



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO**

---

**Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y  
Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial**

**ANÁLISIS DE REDES SOCIALES APLICADO A LOS PROCESOS  
DE INNOVACIÓN AGRÍCOLA**

**T E S I S**

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE**

**DOCTOR EN PROBLEMAS ECONÓMICO  
AGROINDUSTRIALES**

**P R E S E N T A  
NORMAN AGUILAR GALLEGOS**



DIRECCION GENERAL ACADEMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
ORIGINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Febrero, 2015

Chapingo, Estado de México

**ANÁLISIS DE REDES SOCIALES APLICADO A LOS PROCESOS DE  
INNOVACIÓN AGRÍCOLA**

Tesis realizada por **Norman Aguilar Gallegos** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN PROBLEMAS ECONÓMICO AGROINDUSTRIALES**

**DIRECTOR:**



---

**Dr. Manrubio Muñoz Rodríguez**

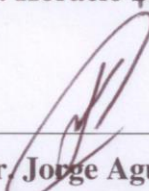
**ASESOR:**



---

**Dr. V. Horacio Santoyo Cortés**

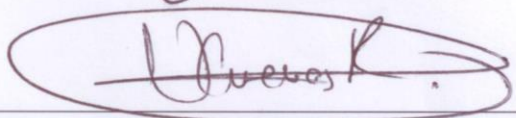
**ASESOR:**



---

**Dr. Jorge Aguilar Ávila**

**LECTOR EXTERNO:**



---

**Dr. Venancio Cuevas Reyes**

## DEDICATORIA

**A mi esposa Leticia Elizabeth Romero García**, por ser mi inspiración, mi motor, mi soporte y mi motivo. Con todo mi amor y admiración.

**A mis padres Celia Gallegos Porras y Alberto Aguilar Juárez**, por ser el mayor y mejor ejemplo de trabajo, dedicación, compromiso, sabiduría y amor que tengo en la vida.

**A mis hermanos Verito, Beto, Marco, Faty y Uriel**, porque de cada uno de Ustedes he aprendido algo y todavía me siguen enseñando.

**A mis sobrinos Santiago, Sofía, Regina y Raciélito**, todos Ustedes son una alegría en la vida de la Familia Aguilar.

**A mis abuelitas Aurorita y Angelina**, por haber sido un gran ejemplo de fuerza y de amor por la vida, porque sé que todavía están conmigo. Siempre las recuerdo.

**A mis buenos amigos José Alfredo, Enrique e Iván**, por su amistad y por los buenos momentos que hemos pasado. Los tres son más que amigos.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios**, por brindarme la oportunidad de cumplir un proyecto más en esta vida.

**A la Universidad Autónoma Chapingo y al CUESTAAM**, por darme la oportunidad de ser parte de sus estudiantes y por haber contribuido a mi formación.

**Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por el financiamiento proporcionado durante estos años de estudio.

**Al Dr. Manrubio Muñoz Rodríguez**, por su valiosa dirección y sus comentarios siempre atinados. Porque con su estilo, siempre me alentó a *echarle más ganas*.

**Al Dr. Horacio Santoyo Cortés y al Dr. Jorge Aguilar Ávila**, por su asesoría, colaboración, comentarios y correcciones a las partes que integran este trabajo.

**Al Dr. Laurens Klerkx de la Universidad de Wageningen**, por todos sus comentarios, aportes y recomendaciones, todas muy valiosas.

**A los Doctores antes mencionados**, por su amistad. Porque no sólo han sido buenos profesores sino unos buenos Maestros. Espero seguir aprendiendo de Ustedes.

**Al Dr. Venancio Cuevas Reyes y al Dr. Antonio Arellano Hernández**, por los comentarios que contribuyeron a enriquecer este trabajo.

**A todos los profesores del CUESTAAM**, que de una u otra manera contribuyeron a mi formación profesional.

## **DATOS BIOGRÁFICOS**

Norman Aguilar Gallegos, nació el 5 de mayo del 1982 en Atlixco, Puebla. Es Ingeniero Agroindustrial y Maestro en Ciencias en Horticultura por la Universidad Autónoma Chapingo, egresando en los años 2004 y 2006, respectivamente. Desde el año 2011 y hasta el 2014, es Doctorando en Problemas Económico Agroindustriales, en el Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), de la misma Universidad.

En el año 2005 comenzó su carrera profesional, desde la prestación de servicios profesionales hasta la coordinación y ejecución de diferentes proyectos de consultoría, entre los que destacan: Diagnóstico de los grupos apoyados con invernaderos dentro del programa de desarrollo rural (PRODESCA y PAPIR) en el estado de Michoacán, en 2006 y 2007; Supervisión, seguimiento y evaluación del programa para la promoción de agricultura en condiciones controladas para productores menores de tres hectáreas de la SAGARPA, en 2008 y 2009; Socio fundador de Grupo GAM Consultores, de 2008 a la fecha. Ha participado como instructor en diversos cursos, principalmente para Prestadores de Servicios Profesionales que han formado parte de las Agencias de Gestión de la Innovación para el Desarrollo de Proveedores (AGI-DP).

Sus principales áreas de estudio son: gestión de la innovación, evaluación e impacto, análisis de redes sociales, análisis estadístico multivariado y creación de indicadores.

## RESUMEN

### ANÁLISIS DE REDES SOCIALES APLICADO A LOS PROCESOS DE INNOVACIÓN AGRÍCOLA

Norman Aguilar-Gallegos

Enero, 2015

Universidad Autónoma Chapingo

Bajo la dirección de Manrubio Muñoz-Rodríguez

Los servicios de extensión agrícola han demostrado ser una alternativa para la difusión de innovaciones; sin embargo, la visión lineal predominante de los procesos de innovación ha sido poco eficaz para incrementar los niveles de adopción y la creación de valor. En efecto, se pasa por alto que los procesos de innovación agrícola no se dan de forma aislada, sino a través de la interacción de diferentes actores, es decir, la innovación está determinada por el patrón de interacciones que establece el productor con sus pares y otros actores. Por ello, existe la necesidad de investigar los procesos de adopción desde un enfoque de red. Precisamente, en esta investigación se aplican metodologías robustas como el Análisis de Redes Sociales (ARS) y otras técnicas estadísticas multivariadas, a datos provenientes de productores con plantaciones tropicales. Se busca generar conocimiento que revele el vínculo entre la adopción de innovaciones y la creación de valor, los actores que están presentes en torno a una actividad productiva y, cómo incentivar la interacción entre ellos para dinamizar la red. Los resultados mostraron: primero, con el uso de un modelo de regresión múltiple, que los atributos de los productores y de sus unidades de producción influyen en la adopción de innovaciones; segundo, a través de un análisis clúster y la identificación de tres grupos de productores, que cuando un productor está mejor articulado, éste tiende a adoptar más innovaciones, tiene mejores rendimientos y mayor creación de valor económico; tercero, a través de análisis canónico discriminante, que existen innovaciones y otras variables, como los vínculos que establece el productor, que están significativamente relacionadas a mayores rendimientos y a mejores ingresos brutos; cuarto, con base en indicadores del ARS, se encontraron ciertos patrones de interacción que permiten a algunos productores estar más integrados a la red y a otros los vuelve más radiales, ambas características están relacionadas con mayores niveles de innovación. Se concluye con algunas recomendaciones para programas y proyectos que buscan difundir innovaciones para incrementar la productividad agrícola, entre ellas la gestión estratégica de la innovación, la focalización de la intervención, y la selección de productores clave, entre otras.

**Palabras clave:** Innovación, Adopción, Servicios de extensión, Conocimiento, Indicadores del ARS, Análisis multivariado.

## ABSTRACT

### SOCIAL NETWORK ANALYSIS APPLIED TO THE AGRICULTURAL INNOVATION PROCESSES

Norman Aguilar-Gallegos

January, 2015

Universidad Autónoma Chapingo

Under the direction of Manrubio Muñoz-Rodríguez

The agricultural extension services have shown to be an alternative for the diffusion of innovations. However, the predominant lineal vision about the innovation processes has been less effective to increase the adoption levels, and the creation of value. In effect, it is overlooked that the agricultural innovation processes do not occur in isolation, but through the interaction among different actors. That means, the innovation is determined by the interaction pattern which are established by the producer with his peers and other actors. Thus, there is the need to investigate the adoption processes from a network approach. Precisely, in this research robust methodologies such as Social Network Analysis (SNA) and other multivariate statistical techniques are applied, to data which producers with tropical plantations provided us. We seek to generate knowledge to reveal the link between the innovations adoption and the creation of value, the actors who are present around to a productive activity, and the way to encourage the interaction among them to dynamize the network. Results showed: first, using a multiple regression model, that the attributes of the producers and their production units influence the innovations adoption; second, through a cluster analysis and the identification of three producers groups, that when a producer is better articulated, this one tends to adopt more innovations, has better yields and higher creation of economic value; third, through discriminant canonical analysis, that there are innovations and other variables, such as the links established by the producer, which are significantly related to higher yields and better gross income; fourth, based on SNA indicators, it was found that there are certain interaction patterns which allow to some producers to be more integrated into the network and to others become more radials, both features are related to higher levels of innovation. It is concluded with some recommendations for programs and projects that aim the diffusion of innovations to increase the agricultural productivity, including the strategic management of innovations, the focus of the intervention, and the selection of key producers, among others.

**Key words:** Innovation, Adoption, Extension services, Knowledge, SNA indicators, Multivariate analysis

## CONTENIDO GENERAL

|                                                                                                                         |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA.....                                                                                                        | I    |
| AGRADECIMIENTOS .....                                                                                                   | II   |
| DATOS BIOGRÁFICOS.....                                                                                                  | III  |
| RESUMEN.....                                                                                                            | IV   |
| ABSTRACT .....                                                                                                          | IV   |
| CONTENIDO GENERAL .....                                                                                                 | V    |
| LISTA DE CUADROS .....                                                                                                  | X    |
| LISTA DE FIGURAS .....                                                                                                  | XIII |
| CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....                                                                                   | 1    |
| 1.1.    Objetivos, preguntas e hipótesis de la investigación .....                                                      | 4    |
| 1.1.1.    Objetivos de la investigación .....                                                                           | 4    |
| 1.1.2.    Preguntas de investigación .....                                                                              | 5    |
| 1.1.3.    Hipótesis.....                                                                                                | 5    |
| 1.2.    Contenido de la tesis .....                                                                                     | 6    |
| 1.3.    Literatura citada .....                                                                                         | 11   |
| CAPÍTULO 2. INFLUENCIA DEL PERFIL DE LOS PRODUCTORES EN LA<br>ADOPCIÓN DE INNOVACIONES EN TRES CULTIVOS TROPICALES..... | 15   |
| 2.1.    Introducción .....                                                                                              | 15   |
| 2.2.    Materiales y métodos .....                                                                                      | 17   |
| 2.2.1.    Especificación empírica del modelo .....                                                                      | 18   |

|                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                   |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.2.                                                                                                                                                  | <i>Descripción de las variables incluidas en el modelo general.....</i>                                                                                           | 19        |
| 2.2.2.1.                                                                                                                                                | <i>Índice de adopción de innovaciones (INAI) .....</i>                                                                                                            | 19        |
| 2.2.2.2.                                                                                                                                                | <i>Variables explicativas en el modelo.....</i>                                                                                                                   | 23        |
| 2.2.2.3.                                                                                                                                                | <i>Variables indicadoras incluidas en el modelo .....</i>                                                                                                         | 23        |
| <b>2.3.</b>                                                                                                                                             | <b>Resultados y Discusión.....</b>                                                                                                                                | <b>25</b> |
| 2.3.1.                                                                                                                                                  | <i>Estadísticas básicas de las variables del modelo general .....</i>                                                                                             | 25        |
| 2.3.2.                                                                                                                                                  | <i>Niveles de innovación por categoría de los productores de cacao, hule y palma de aceite .....</i>                                                              | 27        |
| 2.3.3.                                                                                                                                                  | <i>Análisis de varianza de las variables utilizadas en el modelo.....</i>                                                                                         | 29        |
| 2.3.3.1.                                                                                                                                                | <i>ANOVA con respecto a la plantación.....</i>                                                                                                                    | 29        |
| 2.3.3.2.                                                                                                                                                | <i>ANOVA con respecto a la importancia económica .....</i>                                                                                                        | 30        |
| 2.3.3.3.                                                                                                                                                | <i>ANOVA con respecto al género .....</i>                                                                                                                         | 31        |
| 2.3.4.                                                                                                                                                  | <i>El modelo que explica la adopción de innovaciones en función de cuatro variables características de los productores de cacao, hule y palma de aceite .....</i> | 32        |
| <b>2.4.</b>                                                                                                                                             | <b>Conclusiones .....</b>                                                                                                                                         | <b>38</b> |
| <b>2.5.</b>                                                                                                                                             | <b>Literatura citada .....</b>                                                                                                                                    | <b>39</b> |
| <b>CAPÍTULO 3. INNOVATION NETWORKS THAT GENERATE ECONOMIC VALUE IN OIL PALM PLANTATIONS: A STUDY ON CLUSTERS OF INNOVATION ADOPTERS IN MEXICO .....</b> |                                                                                                                                                                   | <b>43</b> |
| <b>3.1.</b>                                                                                                                                             | <b>Introduction .....</b>                                                                                                                                         | <b>43</b> |
| <b>3.2.</b>                                                                                                                                             | <b>Conceptual framework .....</b>                                                                                                                                 | <b>46</b> |



|                                                                                                                                      |                                                                               |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.2.1.                                                                                                                               | <i>Defining innovation in agriculture .....</i>                               | <i>46</i> |
| 3.2.2.                                                                                                                               | <i>Factors influencing adoption of innovations .....</i>                      | <i>48</i> |
| <b>3.3.</b>                                                                                                                          | <b>Methodology .....</b>                                                      | <b>50</b> |
| 3.3.1.                                                                                                                               | <i>Data collection and study variables.....</i>                               | <i>50</i> |
| 3.3.2.                                                                                                                               | <i>Multivariate analysis.....</i>                                             | <i>56</i> |
| <b>3.4.</b>                                                                                                                          | <b>Analysis of the results .....</b>                                          | <b>57</b> |
| 3.4.1.                                                                                                                               | <i>Grouping of oil palm growers based on adoption of 33 innovations .....</i> | <i>57</i> |
| 3.4.1.1.                                                                                                                             | <i>Cluster 1: Basic innovative growers .....</i>                              | <i>59</i> |
| 3.4.1.2.                                                                                                                             | <i>Cluster 2: Intermediate innovative growers .....</i>                       | <i>63</i> |
| 3.4.1.3.                                                                                                                             | <i>Cluster 3: Advanced innovative growers .....</i>                           | <i>64</i> |
| 3.4.2.                                                                                                                               | <i>The innovation network of oil palm growers .....</i>                       | <i>66</i> |
| 3.4.3.                                                                                                                               | <i>Generation of value by oil palm growers.....</i>                           | <i>68</i> |
| <b>3.5.</b>                                                                                                                          | <b>Discussion.....</b>                                                        | <b>69</b> |
| <b>3.6.</b>                                                                                                                          | <b>Conclusion.....</b>                                                        | <b>71</b> |
| <b>3.7.</b>                                                                                                                          | <b>References .....</b>                                                       | <b>73</b> |
| <b>3.8.</b>                                                                                                                          | <b>Appendices of Chapter 3 .....</b>                                          | <b>82</b> |
| <b>CAPÍTULO 4. DIFERENCIACIÓN DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA COMO MECANISMO PARA POTENCIAR SU ADOPCIÓN.....</b> |                                                                               | <b>85</b> |
| <b>4.1.</b>                                                                                                                          | <b>Introducción .....</b>                                                     | <b>85</b> |
| <b>4.2.</b>                                                                                                                          | <b>Materiales y métodos .....</b>                                             | <b>88</b> |

|                                                                                                   |                                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.1.                                                                                            | <i>Colecta de datos y variables de estudio.....</i>                           | 88         |
| 4.2.2.                                                                                            | <i>Adopción de innovaciones por grupo de productores .....</i>                | 90         |
| 4.2.3.                                                                                            | <i>Análisis multivariado .....</i>                                            | 91         |
| <b>4.3.</b>                                                                                       | <b>Resultados y discusión .....</b>                                           | <b>92</b>  |
| 4.3.1.                                                                                            | <i>Diferencias en la adopción de innovaciones .....</i>                       | 92         |
| 4.3.2.                                                                                            | <i>Variables discriminantes relacionadas con los grupos de productores ..</i> | 97         |
| 4.3.3.                                                                                            | <i>Estrategias diferenciadas para incrementar los niveles de adopción ...</i> | 104        |
| <b>4.4.</b>                                                                                       | <b>Conclusiones: Implicaciones de política pública .....</b>                  | <b>108</b> |
| <b>4.5.</b>                                                                                       | <b>Literatura citada .....</b>                                                | <b>109</b> |
| <b>CAPÍTULO 5. USO DEL ANÁLISIS DE REDES SOCIALES PARA CATALIZAR LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA .....</b> |                                                                               | <b>116</b> |
| <b>5.1.</b>                                                                                       | <b>Introducción .....</b>                                                     | <b>116</b> |
| <b>5.2.</b>                                                                                       | <b>Marco Teórico .....</b>                                                    | <b>118</b> |
| 5.2.1.                                                                                            | <i>El Análisis de Redes Sociales (ARS).....</i>                               | 118        |
| 5.2.2.                                                                                            | <i>Indicadores del análisis de redes sociales .....</i>                       | 120        |
| 5.2.2.1.                                                                                          | <i>Centralidad de grado .....</i>                                             | 120        |
| 5.2.2.2.                                                                                          | <i>Intermediación.....</i>                                                    | 121        |
| 5.2.2.3.                                                                                          | <i>Integración.....</i>                                                       | 121        |
| 5.2.2.4.                                                                                          | <i>Radialidad .....</i>                                                       | 121        |
| 5.2.2.5.                                                                                          | <i>Centralidad de Bonacich .....</i>                                          | 122        |
| 5.2.3.                                                                                            | <i>Aplicaciones del ARS en la difusión y adopción de innovaciones .....</i>   | 122        |

|                                                                               |            |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5.3. Materiales y métodos .....</b>                                        | <b>123</b> |
| 5.3.1. Origen y tipo de datos utilizados .....                                | 123        |
| 5.3.2. Análisis de los datos.....                                             | 124        |
| 5.3.3. Uso e interpretación de los indicadores del ARS.....                   | 124        |
| <b>5.4. Resultados y discusión .....</b>                                      | <b>128</b> |
| 5.4.1. La red de innovación de los productores de hule .....                  | 129        |
| 5.4.2. Análisis de redes sociales y niveles de innovación .....               | 132        |
| 5.4.3. Correlación de los indicadores de ARS con los niveles de innovación .. | 138        |
| 5.4.4. Características de los productores integrados y radiales .....         | 143        |
| <b>5.5. Conclusiones .....</b>                                                | <b>150</b> |
| <b>5.6. Literatura citada .....</b>                                           | <b>151</b> |
| <b>CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES.....</b>                    | <b>159</b> |
| <b>6.1. Discusión general.....</b>                                            | <b>159</b> |
| <b>6.2. Contribuciones de la investigación .....</b>                          | <b>162</b> |
| <b>6.3. Implicaciones de política pública.....</b>                            | <b>166</b> |
| <b>6.4. Limitaciones y futuras investigaciones.....</b>                       | <b>168</b> |
| <b>6.5. Literatura citada .....</b>                                           | <b>172</b> |

## LISTA DE CUADROS

|                                                                                                                                                                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1-1. Nivel de evidencia que provee cada capítulo a las preguntas de investigación de la tesis. ....                                                                                                                | 7  |
| Cuadro 2-1. Catálogo de innovaciones ejemplo que fueron evaluadas por unidad de producción, según cadena y estado, para el cálculo del INAI.....                                                                          | 20 |
| Cuadro 2-2. Estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en el modelo para cada una de las plantaciones analizadas. ....                                                                                         | 26 |
| Cuadro 2-3. Análisis de varianza de las variables incluidas en el modelo con respecto al cultivo de plantación. ....                                                                                                      | 30 |
| Cuadro 2-4. Análisis de varianza de las variables incluidas en el modelo con respecto a la percepción del productor sobre la importancia económica de la actividad.....                                                   | 31 |
| Cuadro 2-5. Análisis de varianza de las variables incluidas en el modelo con respecto al género del productor.....                                                                                                        | 32 |
| Cuadro 2-6. Resultados de los modelos de regresión múltiple que explican al INAI (%) para los tres cultivos de plantación, incluyendo las variables indicadoras: importancia de la actividad y género del productor. .... | 33 |
| Cuadro 3-1. Innovations assessed as adopted (1) and not adopted (0) by oil palm growers, by innovation category. ....                                                                                                     | 52 |

|                                                                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 3-2. Combinations and coding of the possibilities of adoption between pairs of growers. ....                                                                                              | 57  |
| Cuadro 3-3. Characteristics of oil palm growers, their perception of the activity and their production units, by cluster. ....                                                                   | 59  |
| Cuadro 3-4. Levels of innovation and the innovation network of oil palm growers, by cluster. ....                                                                                                | 62  |
| Cuadro 3-5. Productive and economic indicators of oil palm growers, by cluster. ....                                                                                                             | 63  |
| Cuadro 4-1. Definición de las variables obtenidas a partir de 104 productores de palma de aceite.....                                                                                            | 88  |
| Cuadro 4-2. Frecuencia absoluta y relativa de adoptantes dentro de cada grupo de productores. ....                                                                                               | 94  |
| Cuadro 4-3. Estructura canónica total del análisis canónico discriminante con 35 variables de 104 productores de palma de aceite.....                                                            | 98  |
| Cuadro 4-4. Comparación de medias de las puntuaciones canónicas estandarizadas de las dos funciones canónicas discriminantes (FCD) con respecto a los grupos obtenidos. ....                     | 104 |
| Cuadro 5-1. Estadísticos descriptivos del análisis de redes sociales aplicado a la red de innovación de 120 productores de hule, incluyendo el indicador de adopción de innovaciones (INAI)..... | 136 |
| Cuadro 5-2. Correlación entre los indicadores obtenidos del ARS y los niveles de innovación (INAI) de los productores de hule. ....                                                              | 142 |

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 5-3. Diferencias entre grupos de productores de hule, formados a partir de sus<br>indicadores del ARS..... | 145 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 1-1. Esquema de la tesis.....                                                                                                                                        | 7   |
| Figura 1-2. Red de citación según las referencias utilizadas en los cuatro capítulos de la tesis.....                                                                       | 10  |
| Figura 2-1. Comparación de medias de los índices de adopción de innovaciones (%) en cada categoría entre cultivos. ....                                                     | 28  |
| Figura 3-1. Geographic location of the study area.....                                                                                                                      | 50  |
| Figura 3-2. Dendrogram of 104 oil palm growers constructed on the basis of adoption of 33 innovations using Euclidian distance squared and the Ward clustering method. .... | 58  |
| Figura 3-3. Innovation network of oil palm growers, considering the cluster to which they belong.....                                                                       | 67  |
| Figura 3-4. Comparison of means of profits generated by oil palm production, based on the clusters defined by adoption of 33 innovations.....                               | 69  |
| Figura 4-1. Estructura canónica total del análisis canónico discriminante. ....                                                                                             | 100 |
| Figura 4-2. Representación bidimensional de las puntuaciones canónicas de 104 productores de palma de aceite. ....                                                          | 103 |
| Figura 5-1. Ejemplo de una red de siete nodos con siete vínculos. ....                                                                                                      | 126 |

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 5-2. Red de innovación e índice de adopción de innovaciones (INAI) de los<br>productores de hule. .... | 130 |
| Figura 5-3. Patrones de interacción encontrados en la red de innovación y su relación con<br>el INAI.....     | 132 |
| Figura 5-4. Red de innovación y nivel de radialidad de los productores de hule. ....                          | 137 |
| Figura 5-5. Red de innovación y nivel de integración de los productores de hule. ....                         | 138 |



## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Los procesos de innovación están acompañados siempre de cambios en las funciones de producción que impactan en un mayor crecimiento económico (Schumpeter, 1935; Solow, 1957; Pavitt, 1979). En la innovación, la generación de valor es la meta y si ésta no se logra, podrá hablarse de que se han realizado actividades innovadoras, pero no de innovación. De esta forma, el cambio es la vía para generar valor, pero el conocimiento es la base para concebir ese cambio y así llevarlo a un buen término. Es así que, la innovación es todo cambio basado en conocimientos que genera valor (COTEC, 2007). Además, Jensen *et al.* (2007) indican que la forma de innovar va a depender del tipo de conocimiento existente. Por una parte existe el conocimiento codificado, generado de forma científica y tecnológica, conocido como modo STI (por sus siglas en inglés: *Science, Technology, and Innovation*). Por otra parte está el modo haciendo, usando e interactuando, conocido como DUI (*Doing, Using and Interacting*) y que se basa en los procesos informales de aprender y la experiencia del “saber cómo”. De esta manera, cuando se combinan los dos modos de manera balanceada, existe una mayor probabilidad de desarrollar innovaciones de nuevos productos, procesos o servicios. Es así que, los cambios que llevan a la innovación, como indica la OECD (2005), pueden referirse a la introducción de un nuevo o mejorado producto, proceso, método de comercialización o método de organización.

La innovación en agricultura no sólo se refiere a la introducción de nueva tecnología como son maquinaria, fertilizantes y pesticidas, sino también a la forma en la que el agricultor vende su producción, compra insumos, a la forma en la que se organiza con otros

agricultores, al acceso a mercados, al cuidado del medio ambiente, entre otros (Muñoz *et al.*, 2007; Klerkx *et al.*, 2010). De esta forma, una innovación puede ser considerada como “una nueva forma de hacer las cosas” o también de “hacer cosas nuevas” (Leeuwis y Van den Ban, 2004); incluidas aquellas, que aunque sean prácticas, sean percibidas como nuevas por un individuo (Rogers, 2003; OECD, 2005).

Sin embargo, diferentes estudios empíricos (García *et al.*, 2011; Martínez-González *et al.*, 2011) han comprobado que existe un bajo nivel de adopción de innovaciones por parte de los productores agropecuarios y que estos bajos niveles están relacionados con escasos rendimientos y utilidades. Además, se ha demostrado (Bozoğlu y Ceyhan, 2007; Hartwich *et al.*, 2007; Jara-Rojas *et al.*, 2012; Mariano *et al.*, 2012) que existen factores tanto internos como externos a las unidades de producción que afectan su adopción, y que van desde aspectos sociales, hasta el entorno institucional y político de la actividad productiva (Klerkx *et al.*, 2010), incluyendo a la innovación misma (Rogers, 2003) y la presencia de otros actores que facilitan los procesos de innovación como son los servicios de extensión (Clark, 2002; Isaac, 2012).

De esta forma, los servicios de extensión agrícola, principalmente para pequeños productores, han demostrado ser una alternativa importante para la difusión de innovaciones (Rogers, 2003). Sin embargo, la visión lineal de los procesos de innovación (Rogers *et al.*, 2001; Spielman *et al.*, 2008), que incluso son reforzados por políticas instrumentadas por organismos públicos (Dutrénit *et al.*, 2010), en donde algunas instituciones investigan y validan experimentos, los extensionistas adaptan el conocimiento generado en la etapa anterior y; posteriormente, lo difunden masivamente a productores, ha sido poco eficaz para lograr incrementar la adopción de innovaciones (Muñoz y Santoyo, 2010). Parte de la explicación de esta ineficacia es que más que un

proceso lineal, los cambios resultan de la interacción social entre diferentes actores con diferente rol (Lundvall *et al.*, 2002; Monge y Hartwich, 2008; Muñoz y Santoyo, 2010) en donde la innovación es resultado de un complejo proceso, dinámico e interactivo, entre un conjunto heterogéneo de actores formando una red de innovación (Radjou, 2004; Klerkx *et al.*, 2010; Muñoz y Santoyo, 2010), en donde existen múltiples fuentes y usuarios de la innovación (Spielman *et al.*, 2008).

Es así que en años recientes la visión de que la innovación se lleva a cabo bajo un proceso lineal ha estado cambiando de forma importante, tomando más relevancia la visión de que estos procesos se dan en forma de red, articulada por los diferentes actores que poseen conocimiento, ya sea codificado o tácito (Jensen *et al.*, 2007); de esta manera, el conocimiento se difunde más eficientemente y la innovación se multiplica (Muñoz y Santoyo, 2010). Sin embargo, el conocimiento tiene que ser gestionado de manera eficiente, de tal manera que facilite su uso para la generación de innovaciones y la creación de valor (Lundvall *et al.*, 2002)

Ya que la innovación está determinada por el patrón de interacciones que establece el productor con un conjunto de actores de una red, integrada por otros productores, por transferidores del conocimiento, por transformadores, otros que financian los procesos, los que la investigan y los que dinamizan o animan la interacción para que los procesos de creación de valor se lleven a cabo, y en donde el cambio es el detonador, el conocimiento es el recurso más estratégico y el aprendizaje el proceso más importante (Muñoz y Santoyo, 2010). Es así que existe una necesidad de investigar los procesos de adopción desde un enfoque de red, siendo el análisis de la red de innovación una tarea primordial para entender los procesos de intercambio de información y conocimiento que llevan a la innovación y por ende a la creación de valor. Para ello, en esta investigación,

se propone utilizar el Análisis de Redes Sociales y, con datos provenientes de productores con plantaciones tropicales, generar conocimiento que revele el vínculo entre la adopción de innovaciones y la creación de valor, los actores que están presentes entorno a una actividad productiva y, cómo incentivar la interacción entre los actores para dinamizar la red y con ello incrementar la innovación, todo ello para desarrollar estrategias que permitan a todos los actores involucrados en la red de innovación disponer del conocimiento que se encuentra disperso en los territorios. En este sentido, se plantean los siguientes objetivos y preguntas de investigación, así como hipótesis sobre las mismas.

## **1.1. OBJETIVOS, PREGUNTAS E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.1.1. Objetivos de la investigación**

Tomando como base los avances y desarrollos teóricos, que sustentaron el planteamiento del problema mencionado anteriormente, los objetivos que aborda esta tesis son tres:

1. Analizar la dinámica de adopción de innovaciones a nivel de los productores primarios mediante el uso de indicadores de redes sociales para estimar el impacto en términos de creación de valor.
2. Identificar a los actores involucrados en los territorios donde se cultivan plantaciones como Cacao, Hule y Palma de aceite mediante el uso de la estructura de red de innovación con el propósito de analizar el patrón de interacciones.
3. Definir los lineamientos generales de política pública para incentivar la creación de redes de innovación con propósitos de creación de valor.

### **1.1.2. Preguntas de investigación**

Con respecto a los objetivos planteados en esta tesis, las principales preguntas de investigación que busca resolverse y que corresponden a cada uno de los objetivos, son tres:

1. ¿Cómo establecen sus interacciones los productores primarios para la adopción de innovaciones con fines de creación de valor?
2. ¿Qué actores de la red de innovación están presentes en los territorios donde se cultivan plantaciones como Cacao, Hule y Palma de aceite?
3. ¿Cuáles deberían ser los lineamientos de política pública para incentivar la interacción entre e intra actores en las redes de innovación?

### **1.1.3. Hipótesis**

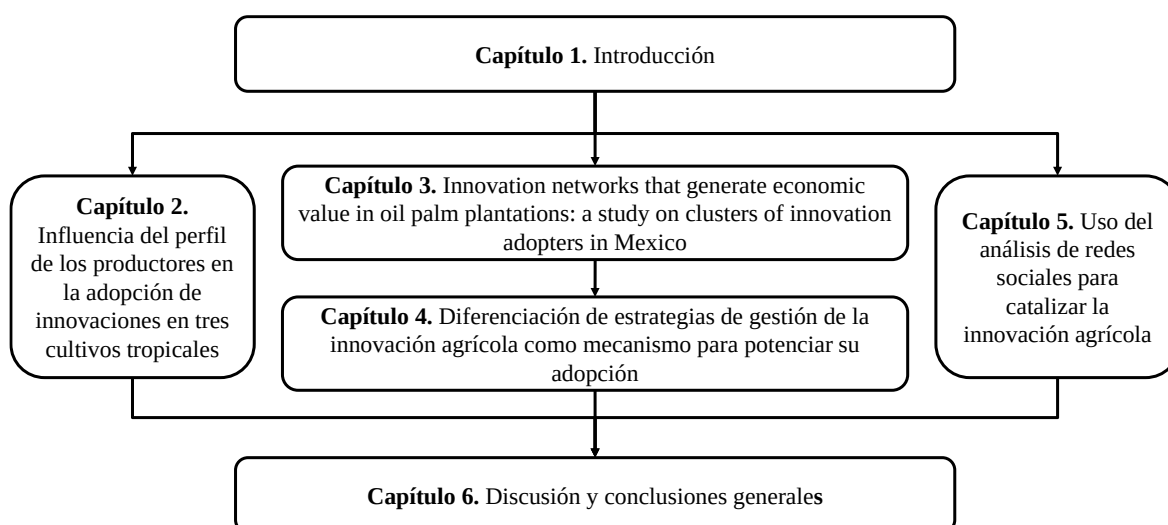
Para resolver las preguntas de investigación mencionadas, se plantean las siguientes hipótesis, mismas que corresponden una para cada una de las preguntas:

1. Existe un mayor nivel de interacciones entre los productores primarios para la difusión y adopción de innovaciones. Y además, los productores que establecen mayor número de vínculos con sus pares generan mayor valor.
2. En cualquier territorio donde se cultivan plantaciones como Cacao, Hule y Palma de Aceite, están presentes los actores de la red de innovación. Sin embargo, prevalece una desarticulación entre los diversos actores para la difusión y adopción de las innovaciones promovidas hacia las unidades de producción.
3. Debido a que la política pública ha privilegiado el enfoque lineal y la dotación de activos sobre el desarrollo de capacidades y la generación de conocimiento como base

de la innovación, no se ha enfatizado en la importancia de la articulación de los actores de las redes de innovación para la creación de valor.

## **1.2. CONTENIDO DE LA TESIS**

Esta tesis se compone de seis capítulos y su esquema de integración se muestra en la Figura 1-1. Después de este capítulo introductorio, los cuatro capítulos siguientes están conectados a los tres objetivos de esta investigación (Sección 1.1.1). Los capítulos del 2 al 5, están organizados de acuerdo a las preguntas de investigación a las cuales cada uno de ellos está contribuyendo principalmente. Sin embargo, debido a que la mayoría de los objetivos y sus respectivas preguntas de investigación son amplias y no es posible abordarlas de manera directa en un solo capítulo, existen cruces y aportaciones de diferente nivel entre algunos capítulos (Cuadro 1-1). Así tenemos que un capítulo puede proveer evidencia parcial a alguna pregunta de investigación pero ese mismo capítulo provee evidencia altamente significativa para resolver otra pregunta de investigación. Es por esta misma situación que el capítulo 3 sirvió como base para el capítulo 4 (Figura 1-1), entre ambos se hace una aportación muy amplia a la pregunta de investigación uno (Cuadro 1-1). Al final todas las preguntas de investigación son resueltas con las aportaciones de cada capítulo. A continuación, se introduce de manera breve al contenido de los siguientes cinco capítulos.



**Figura 1-1. Esquema de la tesis.**

**Cuadro 1-1. Nivel de evidencia que provee cada capítulo a las preguntas de investigación de la tesis.**

| Capítulo | Pregunta de investigación (principales temas)   |                                                                 |                                                                    |
|----------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|          | 1. Adopción de innovaciones y creación de valor | 2. Actores de la red de innovación y análisis de redes sociales | 3. Lineamientos de política pública para incentivar la interacción |
| 2        | Parcial                                         | Baja                                                            | Baja                                                               |
| 3        | Alta                                            | Alta                                                            | Parcial                                                            |
| 4        | Alta                                            | Parcial                                                         | Alta                                                               |
| 5        | Parcial                                         | Alta                                                            | Parcial                                                            |

En el Capítulo 2, se presentan los resultados de modelo empírico para explicar el nivel de adopción de innovaciones en función del perfil de productores. Se comparan a productores

de tres cultivos tropicales: cacao, hule y palma de aceite en México, las variables analizadas son cuantitativas y cualitativas tanto de los productores como del tamaño de su unidad de producción. Se analizaron datos de 1,474 productores y sus unidades de producción. Los resultados proporcionan evidencia suficiente para soportar que los atributos del productor influyen en la adopción de innovaciones.

En el Capítulo 3, se presenta un análisis de las principales diferencias entre tres grupos de productores. Estos grupos fueron conformados usando un análisis clúster para variables dicotómicas, usando para ello un catálogo de 33 innovaciones adoptadas o no adoptadas por 104 productores de palma de aceite. Dentro de los análisis se incluyen indicadores derivados del enfoque del análisis de redes sociales (ARS), a través de ellos se genera conocimiento de los principales vínculos que establecen los diferentes grupos de productores para acceder a información y conocimiento para innovar. Estos grupos formados por la adopción de innovaciones, junto con los indicadores del ARS, proveen evidencia que indica que cuando un productor está bien articulado éste tiene mayores niveles de innovación y, a través de variables productivas y económicas, se muestra que también tienen mejores rendimientos y mayor creación de valor económico.

En el Capítulo 4, se parte de las contribuciones generadas en el capítulo anterior y se inicia mostrando los resultados de adopción de las 33 innovaciones por cada uno de los grupos de productores. Posteriormente, a través de análisis canónico discriminante, se encuentran las principales variables que contribuyen a la diferenciación de los tres grupos de productores. Se incluyen también indicadores del ARS. Los resultados muestran que existen innovaciones y otras variables (entre ellas: los atributos del productor, tamaño de la unidad de producción, así como los vínculos que el productor establece) que están



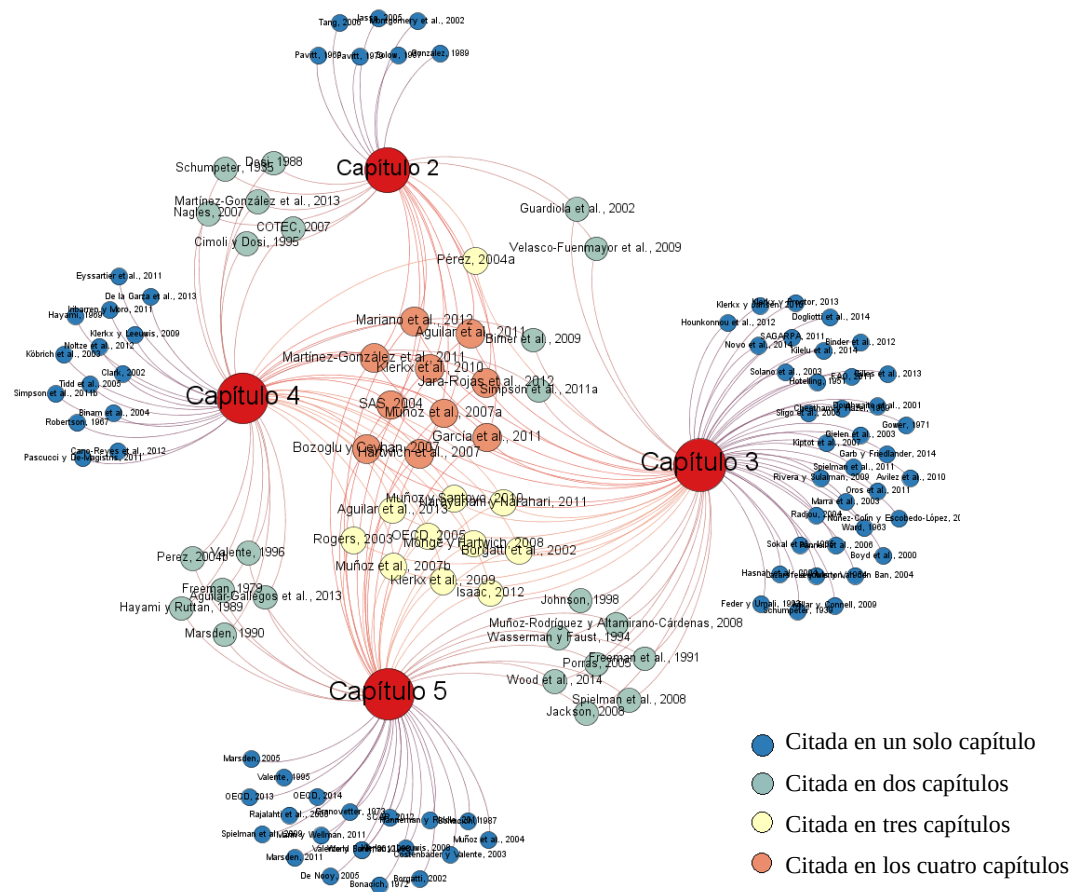
significativamente relacionadas a mayores rendimientos y mejores ingresos brutos provenientes de la producción de palma de aceite.

En el Capítulo 5, se analizan las interacciones generadas por 120 productores de hule para la búsqueda de información y conocimiento que les permite innovar en sus unidades de producción. Con base en indicadores del ARS, que nos permiten entender la conectividad de los productores, el alcance que tienen en la red y la accesibilidad a la misma, se encuentran ciertos patrones de interacción que a algunos productores los hace estar más integrados a la red y a otros los vuelve más radiales. Con estos hallazgos se proponen lineamientos que permitan catalizar la innovación en el medio agrícola, esto debido a que en la red de interacciones existen productores que pueden ayudar a difundir más rápido nueva información y/o conocimiento, pues de forma natural son referidos por sus pares como nodos relevantes.

Finalmente, en el Capítulo 6, se integran los principales hallazgos de los capítulos anteriores (del 2 al 5), discutimos de manera general las preguntas de investigación que dieron origen a esta tesis y cómo cada capítulo contribuye a su resolución. Posteriormente, nos permitimos incluir las principales contribuciones que se generan de esta tesis. Presentamos, las implicaciones de política pública que pueden tener nuestros hallazgos y; al final, nos permitiremos cerrar con las limitantes que tuvo esta investigación, así como con algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

Los Capítulos 2, 3, 4 y 5 se presentan con una estructura de artículos científicos, guardando los lineamientos estipulados en las guías de autor de cada revista. Los dos primeros (Capítulos 2 y 3) ya han sido sometidos a los procesos de arbitraje respectivos, los dos siguientes (Capítulos 4 y 5) serán enviados próximamente para su revisión. De tal forma, cada uno puede variar en estructura, forma de presentar los cuadros y figuras, forma

de citación y, el estilo para construir la sección de literatura citada. Con respecto a la literatura citada, cada capítulo (del 2 al 5) de la investigación incluye su propia lista de referencias; como es de esperarse, existen algunas que se comparten entre estos capítulos. De esta forma, en la Figura 1-2 se presenta la red de citación de los cuatro capítulos. Se puede observar que existen referencias que solo fueron citadas una sola vez; por ejemplo, Tang, 2006 sólo se citó en el Capítulo 2; también se utilizaron referencias (que son las mismas) en dos o tres capítulos, incluso hay algunas que fueron utilizadas en los cuatro capítulos; por ejemplo, Muñoz *et al.*, 2007a.



**Figura 1-2. Red de citación según las referencias utilizadas en los cuatro capítulos de la tesis.**

### 1.3. LITERATURA CITADA

- Bozoğlu, M., and V. Ceyhan. 2007. Measuring the technical efficiency and exploring the inefficiency determinants of vegetable farms in Samsun province, Turkey. *Agricultural Systems* 94(3): 649–656.
- Clark, N. 2002. Innovation systems, institutional change and the new knowledge market: Implications for third world agricultural development. *Economics of Innovation and New Technology* 11(4-5): 353–368.
- COTEC. 2007. *La Persona Protagonista de la Innovación*. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica. Madrid, España. 143 p.
- Dutrénit, G., De Fuentes, C., Torres, A. (2010). Channels of interaction between public research organisations and industry and their benefits: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, 37(August), 513–526. doi:10.3152/030234210X512025.
- García S., E. I., J. Aguilar Á., y R. Bernal M. 2011. La agricultura protegida en Tlaxcala, Méjico: La adopción de innovaciones y el nivel de equipamiento como factores para su categorización. *Teuken Bidikay* 2: 10–11.
- Hartwich, F., M. Monge P., L. Ampuero R., and J. L. Soto. 2007. Knowledge management for agricultural innovation: lessons from networking efforts in the Bolivian agricultural technology system. *Knowledge Management for Development Journal* 3(2): 21–37.
- Isaac, M. E. 2012. Agricultural information exchange and organizational ties: The effect of network topology on managing agrobiodiversity. *Agricultural Systems* 109: 9–15.

- Jara-Rojas, R., B. E. Bravo-Ureta, and J. Díaz. 2012. Adoption of water conservation practices: A socioeconomic analysis of small-scale farmers in Central Chile. *Agricultural Systems* 110, 54–62.
- Jensen, M. B., B. Johnson, E. Lorenz, and B. Å. Lundvall. 2007. Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy* 36(5): 680–693.
- Klerkx, L., N. Aarts, and C. Leeuwis. 2010. Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems* 103(6): 390–400.
- Leeuwis, C., and A. Van den Ban. 2004. *Communication for rural innovation: Rethinking agricultural extension*. Blackwell Science, Oxford.
- Lundvall, B.-A., B. Johnson, E. S. Andersen, and B. Dalum. 2002. National systems of production, innovation and competence building. *Research Policy* 31: 213–231.
- Mariano, M. J., R. Villano, and E. Fleming. 2012. Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. *Agricultural Systems* 110: 41–53.
- Martínez-González, E. G., M. Muñoz-Rodríguez, J. G. García-Muñiz, V. H. Santoyo-Cortés, J. R. Altamirano-Cárdenas, and C. Romero-Márquez. 2011. El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios en activos: lecciones aprendidas. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 367–377.
- Monge P., M., y F. Hartwich. 2008. Análisis de Redes Sociales aplicado al estudio de los procesos de innovación agrícola. *REDES-Revista hispana para el análisis de redes sociales* 14(2): 1–31.

- Muñoz R., M., J. Aguilar Á., R. Rendón M., and J. R. Altamirano C. 2007. Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM / PIIAI.
- Muñoz R., M., y V. H. Santoyo C. 2010. Del Extensionismo a las Redes de Innovación. *In* J. Aguilar Á., J. R. Altamirano C., y R. Rendón M. (Eds.) Del Extensionismo a las Redes de Innovación. Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM. Chapingo, México. pp. 31–69.
- OECD. 2005. Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Organization for Economic Co-operation and Development. París, OECD
- Pavitt, K. 1979. Technical innovation and industrial development. 1. The new causality. *Futures* 11: 458-470.
- Radjou, N. 2004. Innovation Networks. Forrester Research 1–20.
- Rogers, E. M. 2003. Diffusion of innovations. Free Press, New York, USA.
- Rogers, E. M., S. Takegami, and J. Yin. 2001. Lessons learned about technology transfer. *Technovation* 21(4): 253–261.
- Schumpeter, J. A. 1935. Análisis del Cambio Económico. Urquidi, V. L. (trad.). *In*: Ensayos Sobre El Ciclo Económico. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. pp. 17 – 34.
- Solow, R. M. 1957. Technical Change and the Aggregate Production Function. *JSTOR* 39(3): 312-320.

Spielman, D. J., J. Ekboir, K. Davis, and C. M. O. Ochieng. 2008. An innovation systems perspective on strengthening agricultural education and training in sub-Saharan Africa. *Agricultural Systems* 98: 1–9.

## **CAPÍTULO 2. INFLUENCIA DEL PERFIL DE LOS PRODUCTORES EN LA ADOPCIÓN DE INNOVACIONES EN TRES CULTIVOS TROPICALES<sup>1</sup>**

### **2.1. INTRODUCCIÓN**

Los procesos de innovación están acompañados de cambios en las funciones de producción que impactan en un mayor crecimiento económico (Schumpeter, 1935: 22; Solow, 1957: 312; Jasso, 2005: 102). En la década de los 60's, Pavitt (1969: 8 y 1979: 458) demostró con sus estudios que el motor de los cambios tecnológicos está basado en los procesos de innovación, pues las actividades de investigación, desarrollo y diseño resultan en productos y sistemas de innovación de mayor importancia, destacando que aquellos países e industrias con una mayor capacidad de inversión en innovación logran mayores niveles de empleo y desarrollo en comparación con aquellas de reducida inversión en ello. Por tanto, la innovación es un fuerte impulsor del crecimiento económico y productivo (Tang, 2006: 68).

En la innovación, la generación de valor es la meta y si ésta no se logra, podrá hablarse de que se han realizado actividades innovadoras, pero no innovación. El cambio es la vía para generar valor añadido y el conocimiento es la base para concebir y llevar a buen término el cambio. Entonces, la innovación es todo cambio basado en conocimientos que genera valor (COTEC, 2007: 17).

Los cambios propiciados por la innovación están basados en conocimiento y éste puede ser de diversa naturaleza. Las innovaciones que suelen producir mayor valor son las derivadas de la aplicación de conocimiento tecnológico, el cual a menudo se combina con

---

<sup>1</sup> Este capítulo ha sido publicado como: Aguilar G., N., M. Muñoz R., V.H. Santoyo C. y J. Aguilar Á. 2013. *Influencia del perfil de los productores en la adopción de innovaciones en tres cultivos tropicales*. Teuken Bidikay 4: 207–228.

otras clases de conocimiento, como el gerencial, mercantil o sociológico. Puede haber innovaciones basadas fundamentalmente en alguno de estos últimos tipos de conocimiento, pero en casi todas las innovaciones aparece de alguna u otra forma la tecnología, en especial a la hora de su implementación (COTEC, 2007: 18). Como lo afirma Gonzalez (1989: 117), el cambio tecnológico es un determinante fundamental del crecimiento económico y su contribución en los aumentos de productividad es un elemento primordial.

Por tanto, el conocimiento que sustenta el cambio da origen a diferentes tipos de innovación, así podemos tener, como ya se ha mencionado, innovaciones tecnológicas pero también innovaciones comerciales y organizativas (COTEC, 2007: 19). Sin embargo, una de las principales clasificaciones de la innovación tiene que ver con su grado de novedad, de esta manera tenemos a las innovaciones incrementales que son las mejoras sucesivas a los productos o procesos existentes; y en contraste, tenemos a las innovaciones radicales que se refieren a la introducción de un producto o proceso realmente nuevo. Las innovaciones incrementales son de relevante importancia porque a través de ellas es que se tienen mejoras en la eficiencia técnica y la productividad. La innovación, en sus diferentes formas o tipos, afecta a todos los sectores de la actividad económica. Adaptado a las unidades de producción del sector agropecuario, la innovación, tiene efecto en el incremento de los rendimientos, la reducción de costos y por consiguiente la mejora de la rentabilidad. Además, el conocimiento, como base del cambio que sustenta la innovación es también acumulativo y local (Dosi, 1988: 1121; Perez, 2004: 219-220; Cimolini y Dosi, 1995: 246).

Por otra parte, en los individuos, la resistencia al cambio para tener un mayor nivel tecnológico dependerá de los beneficios que conlleve el cambio en comparación con los



costos que éste le implique (Guardiola *et al.*, 2002: 1); es decir, el individuo estará motivado a innovar mientras los beneficios superen sus costos de oportunidad.

Bajo este contexto, se tiene evidencia de que los bajos niveles de producción, la baja competitividad e incluso la ineficiencia de las unidades de producción agropecuarias se explican en gran parte por el ineficiente uso del conocimiento, a la escasa interacción entre los actores locales y por la baja adopción de innovaciones (Jasso, 2005; Bozoğlu y Ceyhan, 2007; Hartwich *et al.*, 2007; García *et al.*, 2011; Martínez-González *et al.*, 2011). En este trabajo se plantea un modelo econométrico para explicar el nivel de adopción de innovaciones en unidades de producción con cultivos de plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.), hule (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) y palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en México en función de variables cuantitativas y cualitativas de los productores y sus unidades de producción, para proponer acciones que incrementen los niveles de innovación.

La hipótesis central es que la adopción de innovaciones depende significativamente de atributos del productor como son género, edad, escolaridad, años dedicados a la actividad (experiencia); además de la superficie de la plantación en producción y la valoración subjetiva de la importancia económica que tiene la actividad para el productor.

## **2.2. MATERIALES Y MÉTODOS**

Acorde a lo señalado por Aguilar *et al.* (2011: 85), desde el año 2006 se implementó en México el modelo de extensionismo denominado Agencias de Gestión de la Innovación (AGI), las cuales se integran por tres a siete profesionales encargados de detonar procesos de innovación en territorios rurales. Como parte del plan de trabajo de las AGI que trabajaron en el año 2009 en cultivos de cacao, hule y palma de aceite, se aplicó una

encuesta a productores en los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz.

Para seleccionar a los productores a encuestar se efectuó un muestreo estadístico tomando como base primero los Estados de la República Mexicana con mayor importancia económica y productiva de cada cultivo tal es el caso de Chiapas y Tabasco para cacao; de Chiapas, Oaxaca y Tabasco para hule; de Campeche, Chiapas, Tabasco y Veracruz para palma de aceite. Después se consideraron las regiones de mayor importancia en cada Estado; por ejemplo, La Chontalpa en Tabasco para cacao, El Papaloapan en Oaxaca para Hule y, el Soconusco en Chiapas para palma de aceite. Por último, se tomó el padrón de productores reportado por instituciones municipales o estatales sobre el total de productores en cada región; de esta manera, el tamaño de la muestra se determinó con un diseño de máxima varianza para estimar proporciones, con una precisión del 5% y confiabilidad del 95%. Se conformó una base de datos con 1,474 registros; la información corresponde a nueve AGI, de las cuales dos fueron de cacao, tres de hule y cuatro de palma de aceite.

### **2.2.1. Especificación empírica del modelo**

Para determinar el comportamiento del nivel de adopción de innovaciones, se propuso un modelo de regresión múltiple, utilizando como variable dependiente el llamado índice de adopción de innovaciones (INAI) de los productores en los tres cultivos de plantación, y como variables independientes se utilizaron atributos específicos del productor y de sus unidades de producción. Quedando especificado con la siguiente ecuación:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + u_i$$

Donde:

- $Y_i$  = INAI del productor en porcentaje.
- $X_{1i}$  = Edad del productor en años.
- $X_{2i}$  = Escolaridad del productor en años.
- $X_{3i}$  = Años en la actividad (experiencia del productor).
- $X_{4i}$  = Superficie de la plantación en producción en hectáreas (ha).

## **2.2.2. Descripción de las variables incluidas en el modelo general**

### **2.2.2.1. Índice de adopción de innovaciones (INAI)**

Representa a la variable dependiente y se refiere al nivel de adopción de innovaciones por parte del productor, es decir, a la capacidad innovadora. Se calculó adaptando la metodología descrita por Muñoz *et al.* (2007: 39), el INAI es obtenido como promedio de la adopción de las innovaciones contenidas en cada una de ocho diferentes categorías de innovación, las cuales son: a. Nutrición, b. Sanidad, c. Manejo sostenible de recursos, d. Establecimiento y manejo de la plantación, e. Administración, f. Organización, g. Cosecha y, h. Reproducción y mejoramiento genético; la métrica de la innovación se efectúa categorizando las innovaciones porque se considera, al igual que Klerkx *et al.* (2010: 390), que la innovación agrícola no sólo se refiere a nuevas tecnologías, sino también a la forma de vender y comprar, a la organización de productores, al cambio institucional, acceso a mercados, cuidado del ambiente, entre otras. En donde toma mucha relevancia la adopción de innovaciones incrementales (Perez, 2004: 219), referidas como mejoras sucesivas a la forma en que se realizan ciertas actividades o procesos en las unidades de producción, así las innovaciones que se presentan en el Cuadro 2-1 se conceptualizan más como

innovaciones incrementales que como radicales. Para calcular el nivel de innovación en cada una de las categorías, se contabiliza el número de innovaciones adoptadas por el productor, se divide entre el número total de innovaciones y se multiplica por cien para expresarlo en porcentaje. Para contabilizar el número de innovaciones que adoptan los productores se diseñaron catálogos de innovaciones, mismos que fueron validados con expertos, sin embargo los catálogos son diferentes en cada actividad productiva y, en cada región se pueden hacer modificaciones o precisiones. En el Cuadro 2-1 se incluyen los catálogos de innovación para cacao, hule y palma de aceite utilizados en los estados de Chiapas, Oaxaca y Tabasco, respectivamente.

**Cuadro 2-1. Catálogo de innovaciones ejemplo que fueron evaluadas por unidad de producción, según cadena y estado, para el cálculo del INAI.**

| Cadena – Estado / Catálogo de innovaciones <sup>†</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i><b>Cacao en Chiapas</b></i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| a01. Aplicación de caldos minerales; b02. Poda de saneamiento; b03. Identificación de la monilia en sus diferentes etapas; b04. Corte o remoción de frutos enfermos; b05. Desinfección de herramientas; b06. Uso de selladores; c07. Uso de compostas; c08. Uso de bocashi; d09. Poda de formación; d10. Poda de mantenimiento; d11. Regulación de sombra; d12. Uso de herramientas de poda; d13. Realización de drenes; d14. Barreras vivas y muertas; d15. Pruebas de compatibilidad del polen; d16. Mejoramiento o incremento de la polinización; d17. Renovación de plantaciones; d18. Asociación con maderables y/o frutales; e19. Registro de actividades en todo el año; e20. Registro de ingresos y egresos de la parcela; f21. Acompañamiento a la organización; g.22. Realiza |

---

### **Cadena – Estado / Catálogo de innovaciones<sup>†</sup>**

---

un control de calidad en el producto que cosecha; h23. Identificación de árboles tolerantes a monilia; h24. Identificación de árboles productivos; h25. Establecimiento de viveros; h26. Injertación de árboles.

---

#### ***Hule en Oaxaca***

a01. Fertilización de fondo; a02. Análisis de suelos; a03. Aplicación de fertilizante; b04. Realiza podas; b05. Control de plagas; b06. Control de enfermedades del follaje; b07. Cura las heridas; c08. Coberturas; c09. Trazo anti erosión; c10. Ruedo y arropo; c11. Difusión de servicios ambientales; c12. Manejo adecuado de envases; c13. Elaboración de abonos orgánicos; d14. Holladuras de 40 x 40 x 50; d15. Control de malezas; d16. Cultivos intercalados; e17. Picadores Capacitados; e18. Registros para calificar la calidad; e19. Recibe pago bajo normas de calidad; e20. Uso de bitácora; f21. Realiza contratos de comercialización; f22. Pertenencia a organización; g23. Horario de pica de 5-9 horas; g24. Frecuencia de pica cada 2 días; g25. Frecuencia de pica con estimulante cada 3 días; g26. Ángulo de inclinación de 30-35°; g27. Control de derrames; g28. Consumo vertical de corteza; g29. Profundidad del corte; g30. Utilización de pica ascendente; g31. Uso de estimulantes; g32. Colocación de protectores; g33. Utilización de coagulantes orgánicos; g34. Construcción de piletas; g35. Centros de acopio; g36. Conservación de hule; g37. Produce látex; g38. Equipamiento para beneficiado; h39. Establecimiento de jardines clonales; h40. Establecimiento de viveros; h41. Establecimiento y planta desarrollada en bolsa; a42. Uso de análisis de suelo y foliar.

---

#### ***Palma de aceite en Tabasco***

---

### **Cadena – Estado / Catálogo de innovaciones<sup>†</sup>**

---

a01. Distribución del fertilizante en dos o más veces al año; b02. Renovación de palmas viejas o dañadas; b03. Desinfección de herramientas de trabajo; b04. Programa de manejo integrado de plagas; b05. Monitoreo de plagas y enfermedades; b06. Poda de hojas viejas; c07. Realiza y aplica compostas o abono orgánico; c08. Composta residuos de cosecha, poda y subproductos; c09. Utilización de coberteras; c10. Prácticas de control de contaminación ambiental; c11. Uso de control biológico (extractos y organismos); d12. Selección de terreno por análisis de suelo; d13. Control de malezas; d14. Tiene equipo necesario para el trabajo cotidiano (cuchillo malayo, pica, chuza); d15. Cultivos intercalados; d16. Selección de terreno por pendiente; d17. Cuenta con sistema de riego; d18. Cuenta con drenajes parcelarios; d19. Selección de terreno por profundidad; d20. Selección de terreno por disponibilidad de agua; e21. Recibe asistencia técnica especializada; e22. Trabaja conforme a un plan de manejo; e23. Registro de precios; e24. Esquemas de venta; e25. Calendario de entregas; f26. Participa en figuras asociativas; f27. Realiza compras en común (abasto de insumos); f28. Recibe asesoría técnica por la organización; f29. Asiste a intercambio de experiencias; f30. Cuenta con contratos de venta; g31. Cosecha por color, madurez y tamaño; g32. Equipo de cosecha (carretilla, tractores, caballos); g33. Reducción del tiempo de cosecha/entrega; g34. Establece calidad del producto; h35. Selección del material vegetativo.

---

<sup>†</sup>: Catálogos de innovaciones por categorías: a. Nutrición; b. Sanidad; c. Manejo sostenible de recursos; d. Establecimiento y manejo de la plantación; e. Administración; f. Organización; g. Cosecha; h. Reproducción y mejoramiento genético.

#### *2.2.2.2. Variables explicativas en el modelo*

Con la determinación del modelo empírico, se espera que la edad del productor tenga un efecto negativo sobre el INAI; es decir, conforme los productores se hacen más longevos éstos tienden a innovar menos en sus unidades de producción. Para el caso de la escolaridad, se prevé que los productores con mayor número de años de estudio sean quienes tengan una mayor propensión a innovar y el signo pronosticado sería positivo. En cuanto a los años que el productor ha realizado la actividad productiva, se espera que el INAI se incremente a medida que los productores van adquiriendo mayor experiencia. Con las variables edad, escolaridad y experiencia se prevé cierto nivel de correlación y por tanto de multicolinealidad, pues con los productores de mayor edad se incrementa la probabilidad de observar bajos niveles educativos y por su edad más avanzada éstos podrían contar con mayor experiencia en la actividad. En cuanto a la superficie de la plantación en producción (hectáreas) se espera un signo positivo, pues las unidades de producción con mayor superficie corren mayores niveles de riesgo si producen con un bajo nivel de eficiencia, por lo cual el productor tiende a adoptar un mayor nivel de innovaciones. Estas variables explicativas incluidas en el modelo son de fácil recopilación y medición en los productores y por esto se seleccionaron, además son variables que fácilmente podrían utilizarse como parte de criterios de selección de productores, por ejemplo para priorizar apoyos, asistencia técnica, difusión de innovaciones, entre otras.

#### *2.2.2.3. Variables indicadoras incluidas en el modelo*

Se incluyeron dos variables indicadoras. La primera es la importancia económica de la actividad, medida con la proporción de ingresos provenientes de ésta; las respuestas son: “Baja” para una importancia que represente del 0 al 33% de sus ingresos; “Media”,

cuando van del 34 al 66% y, “Alta” para ingresos que van del 67 al 100%. De acuerdo al fundamento expuesto por Montgomery *et al.* (2002: 238), para introducir esta variable cualitativa al modelo, se declararon dos variables indicadoras ( $D_{1i}$  y  $D_{2i}$ ), las cuales en sus combinaciones representan las tres posibles respuestas:

- $D_{1i} = 0$ ;  $D_{2i} = 0$ ; entonces BAJA (0 – 33%).
- $D_{1i} = 1$ ;  $D_{2i} = 0$ ; entonces MEDIA (34 – 66%).
- $D_{1i} = 0$ ;  $D_{2i} = 1$ ; entonces ALTA (67 – 100%).

La especificación del modelo se expresa en la siguiente ecuación:

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 D_{1i} + \alpha_2 D_{2i} + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + v_i$$

La segunda variable cualitativa fue el género del productor, incluida a través de la definición de una sola variable indicadora ( $D_{1i}$ ), siendo expresada de la siguiente manera:

- $D_{1i} = 0$ ; entonces HOMBRE.
- $D_{1i} = 1$ ; entonces MUJER.

Para este caso, el modelo con la inclusión de la variable indicadora, se definió según la siguiente ecuación:

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 D_{1i} + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 X_{4i} + v_i$$

Para estimar el modelo con las variables cuantitativas y cualitativas, se utilizó el procedimiento de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) incluido dentro del paquete estadístico SAS®. Se calcularon en diferentes rutinas los tres modelos para cada cultivo de plantación; es decir, el primer modelo sólo con las variables cuantitativas, el segundo con la adición de la variable indicadora de importancia económica y, el tercero con las variables cuantitativas y la variable indicadora de género. Los procedimientos usados para



el análisis de datos y la estimación de los modelos fueron Proc MEANS, Proc CORR y Proc GLM (SAS, 2004).

## **2.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **2.3.1. Estadísticas básicas de las variables del modelo general**

De las 1,474 encuestas aplicadas a los productores en los tres cultivos de plantación el 19% fueron de cacao, 32% de hule y, 49% de palma de aceite. En el Cuadro 2-2 se muestran las estadísticas descriptivas de las variables incluidas en los modelos; como se puede observar, la mayoría de ellas tienen una dispersión reducida. La variable superficie en producción fue la excepción, con coeficientes de variación (CV) cercanos al 140%.

En cuanto a la variable dependiente, el índice de adopción de innovaciones (INAI) en porcentaje, tiene un promedio relativamente bajo, no supera el 25%, siendo en palma de aceite donde se observa el promedio más alto. En los tres cultivos existen productores con cero por ciento de adopción de innovaciones y hay algunos que alcanzan hasta el 70%; es decir, dentro de cada cultivo, hay productores que innovan más y otros que lo hacen a niveles reducidos.

La edad resultó ser la variable explicativa con menor variabilidad, tanto de manera general como en particular por cada uno de los cultivos analizados. Sin embargo, existen productores de edad muy avanzada, alcanzando los 99 años.

**Cuadro 2-2. Estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en el modelo para cada una de las plantaciones analizadas.**

| <b>Plantación</b>             | <b>Variables</b> | <b>Media</b> | <b>D.E.<sup>†</sup></b> | <b>Min</b> | <b>Max</b> | <b>C.V.</b> |
|-------------------------------|------------------|--------------|-------------------------|------------|------------|-------------|
| Cacao<br>n=280                | INAI             | 19.31        | 11.68                   | 0          | 67         | 60.5        |
|                               | Edad             | 57.51        | 13.86                   | 25         | 91         | 24.1        |
|                               | Escolaridad      | 3.54         | 3.23                    | 0          | 13         | 91.2        |
|                               | Experiencia      | 25.85        | 14.36                   | 1          | 70         | 55.6        |
|                               | Superficie       | 3.08         | 2.68                    | 1          | 27         | 87.3        |
| Hule<br>n=472                 | INAI             | 17.69        | 10.98                   | 0          | 71         | 62.1        |
|                               | Edad             | 53.54        | 13.06                   | 25         | 88         | 24.4        |
|                               | Escolaridad      | 3.64         | 3.18                    | 0          | 17         | 87.4        |
|                               | Experiencia      | 13.11        | 10.24                   | 1          | 49         | 78.1        |
|                               | Superficie       | 4.23         | 5.88                    | 0          | 100        | 139.0       |
| Palma de<br>aceite<br>n = 722 | INAI             | 24.55        | 13.03                   | 0          | 65         | 53.1        |
|                               | Edad             | 52.70        | 13.24                   | 21         | 99         | 25.1        |
|                               | Escolaridad      | 3.94         | 3.52                    | 0          | 17         | 89.2        |
|                               | Experiencia      | 7.18         | 4.23                    | 1          | 16         | 58.9        |
|                               | Superficie       | 6.91         | 7.99                    | 0          | 100        | 115.6       |
| Total<br>n=1,474              | INAI             | 21.35        | 12.56                   | 0          | 71         | 58.8        |
|                               | Edad             | 53.88        | 13.42                   | 21         | 99         | 24.9        |
|                               | Escolaridad      | 3.77         | 3.36                    | 0          | 17         | 89.2        |
|                               | Experiencia      | 12.63        | 11.37                   | 1          | 70         | 90.0        |
|                               | Superficie       | 5.33         | 6.80                    | 0          | 100        | 127.8       |

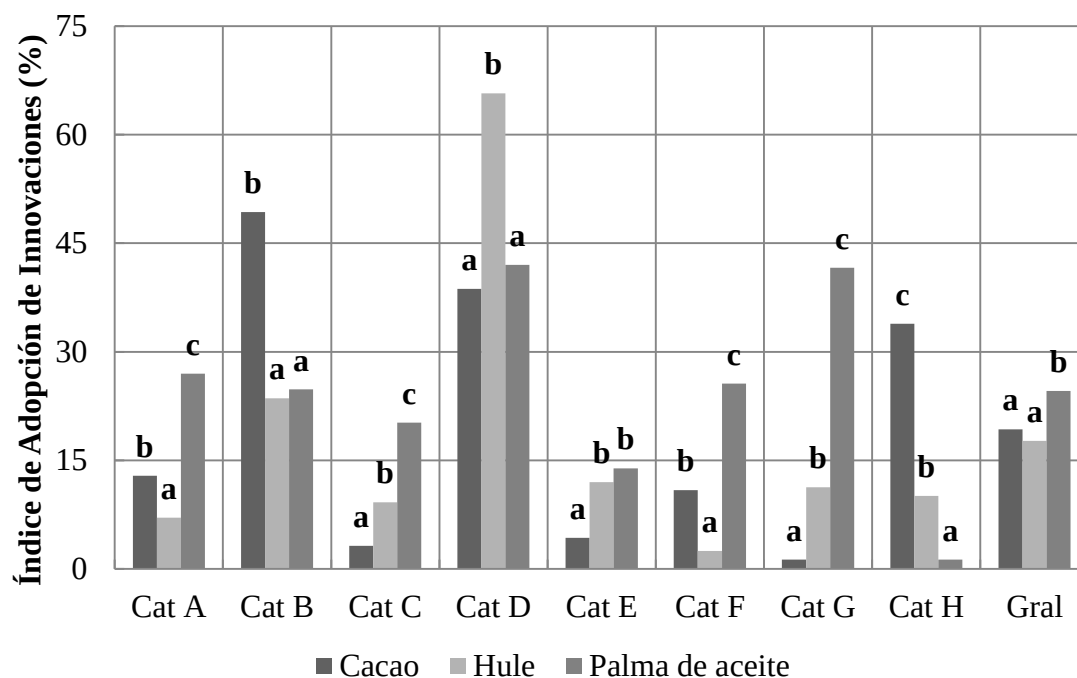
<sup>†</sup>: D.E.: Desviación estándar; Min: Valor mínimo; Max: Valor máximo; C.V.: Coeficiente de variación (%).

La variable escolaridad resultó con una variabilidad alta, pues el rango va desde cero años hasta el nivel licenciatura (17 años). Sin embargo, para el caso del cacao, la máxima escolaridad fue de 13 años, lo cual correspondería al primer año de una carrera profesional o técnica. Los años de experiencia del productor resultaron ser una de las variables con mayor heterogeneidad entre los cultivos analizados, los productores con menos experiencia están en palma de aceite y los de mayor en cacao, alcanzando incluso los 70 años.

La superficie en producción fue la variable con mayor amplitud, reflejándose en un coeficiente de variación mayor; se tienen valores desde cero hectáreas en producción hasta un máximo de 100. Las unidades de producción más pequeñas están en cacao y las más grandes en palma de aceite.

### **2.3.2. Niveles de innovación por categoría de los productores de cacao, hule y palma de aceite**

Debido a que el INAI está conformado por el promedio de la adopción de innovación en cada una de las ocho categorías, es importante analizar los niveles en cada una. En este sentido, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) para afirmar que los productores de palma de aceite son más innovadores que los productores de cacao y hule, además existen diferencias entre la adopción de cada categoría (Figura 2-1). Los resultados muestran que los productores de cacao son los más innovadores en la sanidad de su plantación y en mejorarla genéticamente pero no han innovado mucho en el manejo sostenible de los recursos, en manejar adecuadamente su plantación, en administrarla de manera correcta y durante la cosecha simplemente recolectan el fruto.



Categorías de Innovación: Cat A: Nutrición; Cat B: Sanidad; Cat C: Manejo sostenible de recursos; Cat D: Establecimiento y manejo de la plantación; Cat E: Administración; Cat F: Organización; Cat G: Cosecha; Cat H: Reproducción y genética; Gral: INAI general.

a b c Medias con diferentes literales por barra, indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) entre cultivos por cada categoría, según prueba de Scheffé.

**Figura 2-1. Comparación de medias de los índices de adopción de innovaciones (%) en cada categoría entre cultivos.**

Por su parte, los productores de hule tienen niveles de innovación más altos, manejando su plantación y administrándola pero tienen los niveles más bajos en nutrición y sanidad, además de ser los menos organizados. Por último, los productores de palma de aceite han adoptado en mayor medida innovaciones referentes a la nutrición de sus plantaciones, al manejo sostenible de los recursos, están mejor organizados y cosechan su producción de mejor forma, pero son los menos innovadores en sanidad, establecimiento y manejo de su plantación y en la genética de sus cultivos (Figura 2-1).

### **2.3.3. Análisis de varianza de las variables utilizadas en el modelo**

Los resultados del análisis de varianza se obtuvieron tomando como variables de clase al cultivo, importancia económica percibida por el productor y género, presentándose de forma separada.

#### *2.3.3.1. ANOVA con respecto a la plantación*

En el Cuadro 2-3 se exhiben diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) en el INAI, en donde los mayores niveles de innovación se tienen en palma de aceite; la edad de los productores resultó ser estadísticamente mayor en cacao y en escolaridad no se encontraron diferencias ( $p > 0.05$ ). Además, los productores de cacao son los de mayor experiencia en su plantación y los de palma de aceite los de menor, los de hule están en un punto intermedio. En cuanto a la superficie en producción, los productores de cacao tienen los predios más pequeños, los de palma de aceite los más grandes y los de hule se encuentran en un punto intermedio.

**Cuadro 2-3. Análisis de varianza de las variables incluidas en el modelo con respecto al cultivo de plantación.**

| Plantación | n   | INAI (%) | Edad    | Escolaridad | Experiencia | Superficie |
|------------|-----|----------|---------|-------------|-------------|------------|
| Cacao      | 280 | 19.31 a  | 57.51 b | 3.54 a      | 25.85 c     | 3.08 a     |
|            |     | ±0.70    | ±0.83   | ±0.19       | ±0.86       | ±0.16      |
| Hule       | 472 | 17.69 a  | 53.54 a | 3.64 a      | 13.11 b     | 4.23 b     |
|            |     | ±0.51    | ±0.60   | ±0.15       | ±0.47       | ±0.27      |
| P. aceite  | 722 | 24.55 b  | 52.70 a | 3.94 a      | 7.18 a      | 6.91 c     |
|            |     | ±0.49    | ±0.49   | ±0.13       | ±0.16       | ±0.30      |

a b c Medias con diferentes literales por columna, indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) según prueba de Scheffé.

± Los valores seguidos después del símbolo corresponden al error estándar.

#### 2.3.3.2. ANOVA con respecto a la importancia económica

Una alta proporción de productores (53.3%) indican que la importancia económica de la actividad es bajo (0 a 33% de sus ingresos) y está relacionado con niveles de INAI bajos, diferentes estadísticamente ( $p < 0.05$ ) a los productores que expresan un impacto medio (34 a 66%) y alto (67 a 100%) en donde sus INAI son más altos. Una variable que también resultó diferente, fue la de la experiencia del productor en la plantación, pues a medida que aumenta, los impactos económicos son más altos. Esto nos refiere entonces a una especie de profesionalización en determinada actividad productiva, al dedicarle más años a practicarla y así aumentar los niveles de innovación (Cuadro 2-4). También se encontró que los productores con baja importancia económica son de menor edad, para este caso la escolaridad no volvió a tener significancia al igual que la superficie ( $p > 0.05$ ).

**Cuadro 2-4. Análisis de varianza de las variables incluidas en el modelo con respecto a la percepción del productor sobre la importancia económica de la actividad.**

| <b>Importancia económica</b> | <b>n</b> | <b>INAI (%)</b>  | <b>Edad</b>      | <b>Escolaridad</b> | <b>Experiencia</b> | <b>Superficie</b> |
|------------------------------|----------|------------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Baja                         | 786      | 19.33 a<br>±0.41 | 51.70 a<br>±0.49 | 3.88 a<br>±0.12    | 10.03 a<br>±0.41   | 5.36 a<br>±0.24   |
| Media                        | 485      | 23.19 b<br>±0.60 | 55.74 b<br>±0.58 | 3.77 a<br>±0.15    | 14.98 b<br>±0.48   | 5.37 a<br>±0.34   |
| Alta                         | 203      | 25.15 b<br>±0.97 | 57.93 b<br>±0.88 | 3.35 a<br>±0.24    | 17.04 c<br>±0.69   | 5.06 a<br>±0.34   |

a b c Medias con diferentes literales por columna, indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) según prueba de Scheffé.

± Los valores seguidos después del símbolo corresponden al error estándar.

#### 2.3.3.3. ANOVA con respecto al género

De los 1,474 registros analizados, la mayor proporción son hombres (83.3%). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) solamente en las variables edad y superficie de la plantación en producción; los hombres resultaron tener una mayor edad y poseer las superficies mayores. Lo más relevante es que el INAI no tuvo diferencias entre el género, además tanto hombres como mujeres tienen los mismos niveles de escolaridad e igual número de años dedicándose a la actividad productiva (Cuadro 2-5).

**Cuadro 2-5. Análisis de varianza de las variables incluidas en el modelo con respecto al género del productor.**

| Género | n     | INAI (%)         | Edad             | Escolaridad     | Experiencia      | Superficie      |
|--------|-------|------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Hombre | 1,228 | 21.52 a<br>±0.35 | 54.43 b<br>±0.38 | 3.82 a<br>±0.10 | 12.83 a<br>±0.33 | 5.58 b<br>±0.19 |
| Mujer  | 246   | 20.79 a<br>±0.88 | 51.15 a<br>±0.89 | 3.50 a<br>±0.22 | 11.61 a<br>±0.64 | 4.06 a<br>±0.46 |

a b Medias con diferentes literales por columna, indican diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) según prueba de Scheffé.

± Los valores seguidos después del símbolo corresponden al error estándar.

#### **2.3.4. El modelo que explica la adopción de innovaciones en función de cuatro variables características de los productores de cacao, hule y palma de aceite**

En el Cuadro 2-6 se presentan los resultados referidos a los modelos de regresión múltiple aplicados para cada uno de los cultivos de plantación analizados. Al hacer una evaluación general de los nueve modelos estimados, se destaca que todos ellos resultaron con significancias aceptables; para el caso de cacao los tres modelos son significativos al 5%, mientras que en hule y palma de aceite lo fueron al 1%.

Aunque los modelos resultaron tener una significancia estadísticamente aceptable, la  $R^2$  fue baja, sobre todo para los tres modelos de cacao. Los valores de  $R^2$  más altos se encontraron en los modelos estimados en palma de aceite, pero éstos sólo llegaron a poco más de 0.19. Sin embargo, los modelos no fueron evaluados para predecir el comportamiento del INAI sino para encontrar las variables que influyen sobre la adopción de innovaciones por parte del productor. En los modelos de hule se obtuvieron resultados muy similares al caso de cacao aunque ligeramente mayores.



**Cuadro 2-6. Resultados de los modelos de regresión múltiple que explican al INAI (%) para los tres cultivos de plantación, incluyendo las variables indicadoras: importancia de la actividad y género del productor.**

| Plantación      | Modelo | Intercepto                 | Edad                       | Escolaridad               | Experiencia               | Superficie                | D1                        | D2                        | R <sup>2</sup> | Pr > F |
|-----------------|--------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------|--------|
| Cacao           | 1      | 26.6535<br>(3.9620)<br>*** | -0.1430<br>(0.0700)<br>**  | -0.2797<br>(0.2477)<br>NS | -0.0117<br>(0.0620)<br>NS | 0.7059<br>(0.2639)<br>*** | NA                        | NA                        | 0.0410         | 0.0210 |
|                 | 2      | 25.2550<br>(4.0430)<br>*** | -0.1315<br>(0.0709)<br>*   | -0.2942<br>(0.2467)<br>NS | -0.0260<br>(0.0625)<br>NS | 0.6909<br>(0.2628)<br>*** | 2.8765<br>(1.5240)<br>*   | 3.3612<br>(2.5627)<br>NS  | 0.0565         | 0.0137 |
|                 | 3      | 27.3376<br>(3.9732)<br>*** | -0.1364<br>(0.0699)<br>**  | -0.2752<br>(0.2470)<br>NS | -0.0285<br>(0.0627)<br>NS | 0.6557<br>(0.2650)<br>**  | -3.1253<br>(1.9375)<br>NS | NA                        | 0.0500         | 0.0148 |
| Hule            | 1      | 7.9114<br>(2.7036)<br>***  | 0.1021<br>(0.0461)<br>**   | 0.3893<br>(0.1778)<br>**  | 0.0847<br>(0.0528)<br>NS  | 0.4205<br>(0.0843)<br>*** | NA                        | NA                        | 0.0837         | 0.0001 |
|                 | 2      | 6.7488<br>(2.6776)<br>**   | 0.1063<br>(0.0454)<br>**   | 0.4345<br>(0.1754)<br>**  | -0.0281<br>(0.0587)<br>NS | 0.3804<br>(0.0842)<br>*** | 3.2577<br>(1.1831)<br>*** | 5.9441<br>(1.4594)<br>*** | 0.1165         | 0.0001 |
|                 | 3      | 8.2939<br>(2.7594)<br>***  | 0.0990<br>(0.0463)<br>**   | 0.3704<br>(0.1799)<br>**  | 0.0852<br>(0.0528)<br>NS  | 0.4202<br>(0.0843)<br>*** | -0.9354<br>(1.3324)<br>NS | NA                        | 0.0846         | 0.0001 |
| Palma de aceite | 1      | 19.3414<br>(2.1610)<br>*** | -0.1137<br>(0.0373)<br>*** | -0.0788<br>(0.1344)<br>NS | 1.4574<br>(0.1167)<br>*** | 0.1502<br>(0.0581)<br>*** | NA                        | NA                        | 0.1847         | 0.0001 |
|                 | 2      | 19.6635<br>(2.1705)<br>*** | -0.1171<br>(0.0373)<br>*** | -0.0835<br>(0.1341)<br>NS | 1.3997<br>(0.1346)<br>*** | 0.1416<br>(0.0583)<br>**  | -0.2145<br>(1.1355)<br>NS | 3.6984<br>(1.5573)<br>**  | 0.1928         | 0.0001 |
|                 | 3      | 19.7522<br>(2.2300)<br>*** | -0.1187<br>(0.0379)<br>*** | -0.0867<br>(0.1349)<br>NS | 1.4662<br>(0.1173)<br>*** | 0.1467<br>(0.0583)<br>**  | -0.8912<br>(1.1887)<br>NS | NA                        | 0.1854         | 0.0001 |

NA: No aplica; NS: No significativo; \* Significancia al 10% (p<0.1); \*\* Significancia al 5% (p<0.05); \*\*\* Significancia al 1% (p<0.01). Los valores indicados entre paréntesis corresponden al error estándar.

En cuanto a las variables con mayor influencia en la adopción de innovaciones se obtuvieron los siguientes resultados:

- a. La edad en la mayoría de los modelos resultó significativa al 5%, y para el caso de cacao y palma de aceite la variable tuvo el comportamiento esperado, pues resultó con signo negativo, no así para el caso de hule en donde fue positivo (Cuadro 2-6). Para el caso en donde se obtuvo el signo esperado (negativo), los resultados indican que conforme se incrementa la edad, el INAI disminuye; es decir, los productores de edades mayores tienen una menor propensión a innovar. Bozoğlu y Ceyhan (2007: 653) encontraron que la edad del productor influía de manera positiva sobre la ineficiencia de las unidades de producción, los productores jóvenes son más receptivos a la innovación.
- b. Para el caso de la escolaridad, ésta resultó no significativa en cacao y palma de aceite, no así para hule en donde fue significativa al 5% (Cuadro 2-6) y se obtuvo el signo esperado, positivo. Aunque en el Cuadro 2-3 no se proporciona evidencia de diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre la escolaridad de los productores a nivel de cultivo, al combinarse las variables independientes para explicar el comportamiento de la dependiente, en el caso de hule el incremento en los niveles de escolaridad llega a incrementar casi hasta medio punto porcentual el INAI; por tanto, la propensión a innovar aumenta a medida que se tienen mayores niveles de escolaridad, pues el productor posee más habilidades para decodificar conocimiento explícito y así adoptar e implementar nuevas innovaciones. Cuando una persona sabe qué se puede hacer y cómo utilizar los conocimientos, las experiencias y las aptitudes facilitan los procesos de innovación (Nagles, 2007: 84). En otro estudio sobre los factores que influyen en el nivel tecnológico de fincas

ganaderas, la escolaridad tuvo una significancia importante y positiva (Velasco-Fuenmayor *et al.*, 2009: 191). Por su parte, Mariano *et al.* (2012: 46) encontraron en un estudio sobre la determinación de factores que influyen en la adopción tecnológica en arroz y prácticas integradas en el manejo del cultivo, que la escolaridad del productor es significativa al 1% y positiva.

- c. En cuanto a la experiencia del productor, resultó no significativa ( $p>0.05$ ) para cacao y hule y no explica el comportamiento del INAI. Sin embargo, es muy importante en palma de aceite en donde un año más de experiencia en la actividad conlleva un incremento de hasta 1.45% en el INAI. En este caso, también se obtuvo el signo positivo esperado en la variable (Cuadro 2-6). El hecho de que para cacao y hule no haya sido significativa, se le atribuye a que en palma de aceite se tienen los productores más jóvenes en cuanto experiencia (7.2 años) en comparación al cacao y hule con 25.8 y 13.1, respectivamente (Cuadro 2-2), razón por lo cual la curva de aprendizaje ya está más madura. Además, también se atribuye este efecto a que el cultivo de palma de aceite es relativamente nuevo en México y no así en Cacao que es muy viejo y hule está en un punto intermedio, de esta manera en palma de aceite sí se nota una diferencia entre el incremento de la experiencia y su efecto en la adopción de innovaciones. Bozoğlu y Ceyhan (2007: 652) indican que la escolaridad y años de experiencia influyen positivamente sobre la eficiencia de las unidades de producción. Por otra parte, Martínez-González *et al.* (2011: 371; 2013: 191) indican que la experiencia del productor en la actividad ovina y caprina en México es fundamental e influye sobre el éxito, permanencia de las unidades de producción y así generar ingresos y empleos.

d. Para el caso de la superficie de la plantación en producción, en todos los modelos muestra un nivel de significancia del 1% (Cuadro 2-6) y con signo positivo. Por tanto, productores con mayor superficie en producción tienden a mayores niveles en la adopción de innovaciones. Además, existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la superficie de cada una de los cultivos de plantación (Cuadro 2-3) lo cual contribuye a explicar la importancia que tiene el tamaño de las unidades de producción en la adopción de innovaciones (INAI). Cabe mencionar que los resultados de este estudio no coinciden con los de Bozoğlu y Ceyhan (2007: 653), pues ellos no encontraron significancia del tamaño de la explotación sobre la eficiencia de la misma, lo cual se podría explicar porque la incluyeron como una variable indicadora. En el caso de las explotaciones ganaderas, se ha encontrado que el tamaño de las unidades de producción está asociado a mejores parámetros productivos y a un mayor nivel tecnológico (Velasco-Fuenmayor *et al.*, 2009: 193; Martínez-González *et al.*, 2011: 375). Al igual que en agricultura protegida (García *et al.*, 2011: 203). Jara-Rojas *et al.* (2012: 59), en un estudio sobre los factores que determinan la adopción de prácticas para la conservación de agua, encontraron que el tamaño de las unidades es significativo y positivo. Estos resultados también llevan a plantear que el incremento en el tamaño de la explotación conlleva más riesgo en la producción y rentabilidad de la misma, por lo cual la adopción de innovaciones, y por ende la necesidad de conocimiento, se hacen más indispensables para los productores, además de que deben ser de mayor nivel y calidad. En un trabajo sobre adopción de innovaciones en agricultura protegida, se encontró que la escasa presencia de actores difusores de innovaciones en la actividad está relacionado con bajos niveles de producción en invernaderos de

mayor tamaño y con niveles tecnológico más sofisticados, por lo que el manejo de esas tecnologías necesitaba de mayor capacitación de los productores para la apropiación y adopción de innovaciones en esa actividad (García *et al.*, 2011: 210).

Con respecto a las variables indicadoras incluidas en los modelos, del análisis del Cuadro 2-6 se desprende lo siguiente:

- a. Los modelos representados con número arábigo 2, que incluye la variable indicadora importancia económica de la actividad, resultaron ser significativos a diferentes niveles según el cultivo. Para el caso de cacao la significancia es del 10%, pero sólo para la variable indicadora que incluye el nivel de importancia económica “Media (33 – 66%)”; los resultados para hule y palma de aceite son más significativos (del 1 y 5%, respectivamente) en donde los coeficientes obtenidos son más coherentes, pues a mayor percepción del productor acerca de la importancia económica de la actividad, mayor INAI. Con esta evidencia se puede afirmar que a medida que el productor percibe una mayor importancia económica de su actividad, éste incrementará sus niveles de adopción de innovación (Cuadro 2-6).
- b. En el caso del género, como variable indicadora introducida al modelo y que en el Cuadro 2-6 se diferencia con el número arábigo 3, no se encontró significancia ( $p>0.05$ ) para explicar al INAI. Es decir, tanto mujeres como hombres tiene los mismos niveles de innovación en las diferentes plantaciones, resultados que ya se habían mostrado en el Cuadro 2-5; tendencias similares fueron encontradas por Mariano *et al.* (2012: 45) en el cultivo de arroz, en donde el género no es significativo en la adopción de tecnologías y prácticas integradas de manejo. Sin embargo, la participación de la mujer en diferentes actividades durante el proceso

de producción en explotaciones en Turquía resultó positivo y significativo para reducir la ineficiencia técnica de las unidades de producción (Bozoğlu y Ceyhan, 2007: 653).

## **2.4. CONCLUSIONES**

Los tres modelos generales que relacionan la adopción de innovaciones en función de las características del productor y de la superficie de su unidad de producción, fueron estimados satisfactoriamente a través del método MCO; en ellos se pudo constatar que los atributos asociados a los productores y a sus unidades de producción influyen sobre la adopción de innovaciones, por lo que deberían ser considerados para plantear estrategias de intervención encaminadas a incrementar dichos niveles.

Los resultados encontrados sugieren que al diseñar estrategias para dinamizar los procesos de innovación en actividades productivas agrícolas, se debe tener en cuenta el trabajar con productores jóvenes, con niveles de escolaridad mayores y con años de experiencia intermedia, ya que tienden a innovar en mayor medida; aún más si éstos poseen superficies más grandes. Esto sin duda está asociado a que estos estratos sí ven viabilidad en la actividad y están dispuestos a invertir para mejorar. Al contrario, los productores demasiado pequeños o de mayor edad muestran una mayor reticencia a innovar.

Una de las estrategias complementaria es buscar que los productores más innovadores compartan el conocimiento que poseen con los menos innovadores, a través de la interacción de productor a productor, con lo cual se puede incrementar la masa crítica necesaria para detonar procesos de innovación más eficientes.

Se recomienda abundar más sobre las características intrínsecas de cada cultivo, pues los resultados encontrados sugieren que el tipo de cultivo puede ser un elemento importante que limite una mayor adopción de la innovación.

## **2.5. LITERATURA CITADA**

- AGUILAR Á., J.; RENDÓN M., R.; MUÑOZ R., M.; ALTAMIRANO C., J. R. y SANTOYO C., H. V. (2011). Agencias para la gestión de la innovación en territorios rurales. En: Del Roble P. L., M. 2011. Territorio y ambiente: aproximaciones metodológicas. Edit. Siglo XXI-IPN. ISBN 978-607-03-0350-0. pp 79-98.
- BOZOĞLU, M. y CEYHAN, V. (2007). Measuring the technical efficiency and exploring the inefficiency determinants of vegetable farms in Samsun province, Turkey. En: Agricultural Systems, vol. 94(No. 3): 649-656.
- CIMOLI, M. y Dosi, G. (1995). Technological paradigms, patterns of learning and development: an introductory roadmap. En: Journal of Evolutionary Economics, vol. 5: 243–268.
- COTEC. (2007). La Persona Protagonista de la Innovación. Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica. Madrid, España. 143 p.
- DOSI. (1988). Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. En: Journal of Economic Literature, vol. 36: 1120–1171.
- GARCÍA S., E. I.; AGUILAR Á., J. y BERNAL M., R. (2011). La agricultura protegida en Tlaxcala, México: La adopción de innovaciones y el nivel de equipamiento como factores de para su categorización. En: Teuken Bidikay, (No. 2): 193-212.

- GONZALEZ D., J. (1989). El cambio tecnológico en la agricultura: teoría y aplicaciones al caso de España y Andalucía. En: Revista de Estudios Agro-Sociales, (No. 147): 117-153.
- GUARDIOLA, X.; DÍAZ-GUILERA, A.; PÉREZ, C. J.; ARENAS, A. y LLAS, M. (2002). Modelling diffusion of innovations in a social network. En: Physical Review E., vol. 66(No. 2): 1-4.
- HARTWICH, F.; MONGE P., M.; AMPUERO R., L. y SOTO, J. L. (2007). Knowledge management for agricultural innovation: lessons from networking efforts in the Bolivian Agricultural Technology System. En: Knowledge Management for Development Journal, vol. 3(No. 2): 21-37.
- JARA-ROJAS, R.; BRAVO-URETA, B. E. y DÍAZ, J. (2012). Adoption of water conservation practices: A socioeconomic analysis of small-scale farmers in Central Chile. En: Agricultural Systems, vol. 110: 54-62.
- JASSO V., J. (2005). La dimensión evolutiva de la innovación: un rumbo necesario de la política científica, tecnológica y de innovación. En: Economía y Sociedad, 10(15): 99-119.
- KLERKX, L.; AARTS, N. y LEEUWIS, C. (2010). Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. En: Agricultural Systems, vol. 103(No. 6): 390-400.
- MARIANO, M. J.; VILLANO, R. y FLEMING, E. (2012). Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. En: Agricultural Systems, vol. 110: 41-53.
- MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, E. G.; MUÑOZ-RODRÍGUEZ, M.; GARCÍA-MUÑIZ, J. G.; SANTOYO-CORTÉS, V. H.; ALTAMIRANO-CÁRDENAS, J. R. y ROMERO-



- MÁRQUEZ, C. (2011). El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios en activos: lecciones aprendidas. En: *Agronomía mesoamericana*, vol. 22 (No. 2): 367-377.
- MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, E. G.; MUÑOZ-RODRÍGUEZ, M.; SANTOYO-CORTÉS, V. H.; GÓMEZ-PÉREZ, D. y ALTAMIRANO-CÁRDENAS, J. R. (2013). Lecciones de la promoción de proyectos caprinos a través del programa estratégico de seguridad alimentaria en Guerrero, México. En: *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, vol. 10 (No. 2): 117-193.
- MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A. y VINING, G. G. (2002). Introducción al análisis de regresión lineal. Compañía Editorial Continental, México, D. F. pp. 237-259 p.
- MUÑOZ R., M.; AGUILAR Á., J.; RENDÓN M., R. y ALTAMIRANO C., J. R. (2007). Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. Universidad Autónoma Chapingo – CUESTAAM / PIIAI. Chapingo, México. 72 p.
- NAGLES G., N. (2007). La gestión del conocimiento como fuente de innovación. En: *Revista – Escuela de Administración de Negocios*, (No. 61): 77-87.
- PAVITT, K. (1969). Technological innovation in European industry: The need a world perspective. En: *Long Range Planning*: 8-13.
- PAVITT, K. (1979). Technical innovation and industrial development. 1. The new causality. En: *Futures*, vol. 11(No. 6): 458-470.
- PEREZ, C. (2004). Technological revolutions, paradigm shifts and socio-institutional change. En: Reinert, E. S. ed. *Globalization, economic development and inequality an: alternative perspective*. Cheltenham, UK. ISBN 1-85898-891-8. pp. 217–242.
- SAS. (2004). SAS/STAT ®. User's Guide, Version 9.1. Cary, NC, USA. p. 480.

- SCHUMPETER, J. A. (1935). Análisis del Cambio Económico. Urquidi, V. L. (trad.). En: Ensayos Sobre El Ciclo Económico. Fondo de Cultura Económica. México, D. F. pp. 17-34.
- SOLOW, R. M. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. En: The Review of Economics and Statistics, vol. 39(No. 3): 312-320.
- TANG, J. (2006). Competition and innovation behaviour. En: Research Policy, vol. 35(No. 1): 68-82.
- VELASCO-FUENMAYOR, J.; ORTEGA-SOTO, L.; SÁNCHEZ-CAMARILLO, E. y URDANETA, F. (2009). Factores que influyen sobre el nivel tecnológico presente en las fincas ganaderas de doble propósito localizadas en el estado Zulia, Venezuela. En: Rev. Científ. FCV-LUZ., vol. 19(No. 2): 187-195.

# **CAPÍTULO 3. INNOVATION NETWORKS THAT GENERATE ECONOMIC VALUE IN OIL PALM PLANTATIONS: A STUDY ON CLUSTERS OF INNOVATION ADOPTERS IN MEXICO<sup>2</sup>**

## **3.1. INTRODUCTION**

Diverse studies have shown that low levels of productivity and competitiveness as well as inefficient agricultural production units are largely explained by lack of knowledge on new technologies and deficient interaction among local actors leading to a low level of innovation adoption (Bozoğlu and Ceyhan, 2007; Feder and Umali, 1993; García et al., 2011; Hartwich et al., 2007; Martínez-González et al., 2011; Muñoz et al., 2007b; Muñoz-Rodríguez and Altamirano-Cárdenas, 2008), which is furthermore influenced by the broader institutional context in which farms are embedded (Hounkonnou et al., 2012). This also affects oil palm production in Mexico. The FAO (2011) reports that the area of oil palm harvested in Mexico has grown from 9,000 ha in the year 2000 to 31,804 in 2010, a mean annual growth rate of 13.5% for the period. The growth of this harvested area can be explained by the fact that oil palm has more benefits compared to other farming activities such as livestock raising with pastures being converted to oil palm plantations. Another important reason is the policy of the Mexican government to promote these plantations, to enhance the wellbeing of the growers and to reduce the participation of oil imports in domestic consumption (SAGARPA, 2011). However, despite that oil palm production has undergone considerable growth, data from the FAO (2011) indicate that Mexico is only in 16<sup>th</sup> place worldwide as regards yield (13.78 t ha<sup>-1</sup>), slightly above the

---

<sup>2</sup> Este capítulo se encuentra en la segunda ronda de revisión en la revista *Agricultural Systems*, con fecha de reenvío del 9 de septiembre del 2014.

world average ( $12.02 \text{ t ha}^{-1}$ ) but far below the highest yielding countries: Nicaragua (24.33), Malaysia (21.90), Guatemala (21.82), Cameroon (20.72), and Colombia (18.79). To improve the low yield in Mexico, it has been indicated that growers need to incorporate innovations in the form of new technologies and growing practices in the production process (Muñoz et al., 2007b). Especially for small producers, agricultural extension services (also referred to as agricultural advisors, who can be either public or private, independent or linked to sales of goods – see Klerkx and Jansen, 2010) have been shown to be a major channel for the promotion of innovations (Rogers, 2003), particularly strategies for conversion towards new types of production and optimizing growing practices. However, stimulating adoption of innovations should not be seen as a linear process in which extension workers diffuse knowledge and technologies generated by research as this method has not been very effective in achieving adoption (Leeuwis and Van den Ban, 2004; Muñoz and Santoyo, 2010). One explanation for the ineffectiveness of this linear process lies in that it does not fully capture that changes at the farm result from different forms of social interaction (Dogliotti et al., 2014; Garb and Friedlander, 2014; Leeuwis and Van den Ban, 2004; Monge and Hartwich, 2008) making innovation a complex, dynamic and interactive process that occurs within a heterogeneous set of actors that constitute an innovation network or innovation system (Klerkx et al., 2010; Muñoz and Santoyo, 2010; Radjou, 2004) with hence multiple sources and users of innovation (Spielman et al., 2008). Therefore, there is a need to investigate innovation adoption processes from a network point of view, in which extension has the tasks of optimizing relationships between heterogeneous actors (Kilelu et al., 2013; Klerkx et al., 2009; Rivera and Sulaiman, 2009).

In 2009 Mexico implemented a network model of extension for plantation crops in the wet tropics. The model operates through teams of extensionists with different sorts of expertise, called Agencies for Innovation Management (AGI, in Spanish: *Agencias de Gestión de la Innovación*). To inform their extension activities, the AGI first make a diagnostic of sources and flows of information for innovation; they identify the key actors in the innovation network focusing on leading producers and other key influencing actors (e.g., agroindustry). With this information, the AGI develops a strategy that focalizes extension efforts on triggering processes of diffusion of innovations among growers (Aguilar et al., 2011).

This study analyzes the levels of innovation of Mexican oil palm growers that participate in the AGI extension program, analyzing of the interactions amongst different actors whose aim is to innovate the agricultural production system of palm oil to generate more economic value for growers, and the role of the extensionists (who are private but paid with public resources) as network articulators. The objective is to determine the factors influencing oil palm growers to adopt innovations and how they are related to generation of economic value, using multivariate methods. We determine to what extent higher levels of innovation adoption are connected to higher productivity and higher profits. The study groups the growers and analyzes the links they establish with their peers and other actors, using social network analysis.

The broader contribution the paper aims to make to the literature is twofold: 1) it aims to add to the literature on innovation adoption by showing how different networks of growers and advisors lead to different economic impacts and 2) it aims to add to the literature on 'best-fit' extension approaches (Birner et al., 2009) by showing how such differences in networks should connect to the work of extension services. The paper highlights the

importance of designing an innovation management strategy taking into consideration the differences in adoption among clusters of growers, with the goal of raising the effectiveness of the public policies focused on improving productivity through extension services (by organizations such as the AGI), through the fostering of an optimal match of demand and supply of extension services (Kilelu et al., 2013).

This paper is organized as follows. Section 2 provides a conceptual framework to set the basis for our research. The data description and the research methods used are presented in Section 3. This is followed by the analysis of the findings (Section 4). The paper ends with a discussion (Section 5) and conclusions regarding the policy implications (Section 6).

## **3.2. CONCEPTUAL FRAMEWORK**

### **3.2.1. Defining innovation in agriculture**

Innovation was defined by Schumpeter (1939) as the changes in the production function. These changes, as indicated by the OECD (2005), can take place through the introduction of a new or highly improved product (artefacts) or process, a new trading method or a new organizational method in the internal policies of the firm, the organization of the workplace or external relations. Knowledge plays a central role in the process of creating and adopting innovations, creating new possibilities through combination of new and existing knowledge (Spielman et al., 2008). Furthermore, an essential element of especially more complex innovations is that it requires working on a reconfiguration of institutional frameworks (such as rules, regulations, habits, values) (Hounkonnou et al., 2012; Klerkx et al., 2010; Muñoz et al., 2007b), and requires changes beyond the farming system level, for example in the context of the value chain.

With agricultural innovations we thus refer here not only to new technologies such as machines, fertilizers and pesticides, but also the way in which farmers sell their produce (e.g., through traders, or direct sales on local markets) and buy inputs (e.g., from local stores, through contracts with agri-business), organization of growers, access to markets, and environmental care, among others. For some growers, some technologies and practices may be of ordinary use and considered as practices rather than innovations, but for other growers these technologies and practices contain a high degree newness and for them they are “innovations”. Hence, in this paper an innovation is considered as ‘a new way of doing things’ or ‘doing new things’ (Leeuwis and Van den Ban, 2004), as perceived by an individual which adopts the technology or practice (Rogers, 2003). Often innovation adoption is judged in terms of a scale ranging from ‘innovators’ to ‘laggards’, but this is generally done with a normative stance on what is ‘good agriculture’ and ‘appropriate innovation’, while different resource endowments and styles of farming go with different ways and rationales for innovating (Gilles et al., 2013; Leeuwis and Van den Ban, 2004). Also, some growers can adopt a technology or practice and then stop using it for a while, but then take it up again because it becomes useful given changed circumstances (Kiptot et al., 2007). Furthermore, while sometimes a technology or practice as generated by research or agribusiness is considered as a ‘finished’ innovation, it is only finished when it is adopted by farmers and provides value (Leeuwis and Van den Ban, 2004). This may still require further adaptation to improve fit with the farming system or adjustment of the institutional context in which it will be embedded, or complemented with farmer-generated innovations (Douthwaite et al., 2001; Garb and Friedlander, 2014; Millar and Connell, 2009; Novo et al., 2014). Therefore, in this paper

we consider adoption of innovations in agriculture as new technologies and practices successfully introduced in the production unit, which generate value for the grower.

### **3.2.2. Factors influencing adoption of innovations**

Several authors (Feder and Umalí 1993; Guardiola et al., 2002; Marra et al., 2003) state that producers expect to maximize their utility through the incorporation of new technologies and practices and that the inclination to adopt innovations will depend on the benefits relative to the costs in the implementing change. There have been several studies (see Pannell et al., 2006, for a review) on the factors influencing the adoption of innovations (i.e. new or improved practices or technologies) in relation to grower characteristics, farming styles and resource endowments. In a study on efficiency of vegetable production units, Bozoğlu and Ceyhan (2007) found that grower experience is a positive determining variable in efficiency, and that the most efficient production units generate higher incomes per hectare. Martínez-González et al. (2011), indicate that farmer experience is a positive factor in the dynamism and success of sheep production units. Although there were no differences in formal schooling, Hasnah et al. (2004) state that more schooling is negatively related to technical efficiency of oil palm production units in Sumatra because growers need off-farm jobs to supplement their low farm income. So, when they have more schooling they get higher incomes from other activities rather than from oil palm production, thus reducing their effort and interest in this activity. Aguilar et al. (2013) found that there are different positive or negative relations as regards the variables age, school level, years of experience, area of the production units, with the levels of innovation adoption by growers in the cocoa, rubber and oil palm plantations. Other authors (Avilez et al., 2010; García et al., 2011; Jara-Rojas et al., 2012; Mariano et



al., 2012; Martínez-González et al., 2011; Oros et al., 2011; Velasco-Fuenmayor et al., 2009) have found that larger production units, in different activities, are associated with better production performance, greater adoption of good practices, higher levels of technology and higher incomes. Boyd et al. (2000) consider natural capital, social capital, human capital, physical capital and financial capital as the decisive factors to adopt new technologies and/or new techniques (see also Pannell et al., 2006).

As regards the support for adoption of innovations, Monge and Hartwich (2008) reported the importance of extensionists, but farmers are also influenced by several other actors in their network. Narayanam and Narahari (2011) indicate that the relationships the actors establish in a network play an important role in the diffusion of ideas and information, and while extensionists are important they are often not the firstly ranked information source which are generally other farmers and input dealers (Sligo et al., 2005; Solano et al., 2003; Wood et al., 2014). Different studies have found different effects of links with extension agents. Mariano et al. (2012) found, in their study on the adoption of integrated practices in rice cultivation management, that the independent variables related to extensionists had the most important marginal effects in their model. Thus, the producers which were related to the extension services tended to increase the adoption of these integrated practices. Isaac (2012) found that when a grower is linked with extension agents, he/she tends to reduce his/her links with other growers because the extensionists can deliver a lot of information, causing his/her personal network density to diminish because there is no longer a need to maintain many relationships. Isaac also found that when a grower established links with an extension agent, the latter can introduce new information to the grower, which helps to increase innovation adoption. However, Spielman et al. (2011) found that public extension and administration exerted a strong influence over smallholder

networks, potentially crowding out market-based and civil society actors, and thus limiting beneficial innovation processes. Although having several social links is beneficial, there is a limit to the number of links which can be sustained (Binder et al., 2012) and therefore, it is important to take into account not only the number of links, but also the types of actors the link is established with.

### **3.3. METHODOLOGY**

#### **3.3.1. Data collection and study variables**

Using simple random sampling, assuming maximum variance, 95% confidence level, and 7% error, 104 oil palm growers were selected from a census list of 195 growers in the state of Tabasco, specifically the Central Sierra region that comprises the municipalities of Jalapa, Macuspana, Tacotalpa and Teapa (Figura 3-1).



**Figura 3-1. Geographic location of the study area.**

We visited growers personally in their plantations from September to October 2011. Assisted by the AGI, a survey was conducted. Based on the review of literature as summarized in section 2.2, the following categories of information were included:

- i. *Characteristics of the grower*: gender, age, formal schooling (years) and experience in growing oil palm (measured in years).
- ii. *Perception of the grower*: This refers to how the grower, subjectively, perceives his production activities. These variables were a. Activity status (0=decreasing/static, 1=increasing/consolidated); b. Importance of the activity measured in time dedicated (0=complementary, 1=full-time); c. Proportion of income from oil palm growing (0=less than 50%, 1=more than 50%).
- iii. *Characteristics of the production unit*: a. Production area of the plantation and its age; b. Area of the plantation under development and; c. Total area owned by the grower. With these three variables, three others were calculated: d. Total plantation area (a + b); e. Proportion of the plantation in production ( $a/d \times 100$ ) and; f. Proportion of the total area occupied by plantation ( $d/c \times 100$ ).
- iv. *Innovation adoption*: Information on each of 33 innovations related to the plantation was classified into eight categories (see Cuadro 3-1). The list of the 33 innovations was elaborated by consulting specialized oil palm extensionists, researchers, and growers. Each innovation had a score of 1 when it was adopted and 0 when it was not adopted. With the eight categories an innovation adoption index (INAI) was calculated following the method described by Muñoz et al. (2007a). Measurement of innovation with INAI was done by categorizing innovations related to aspects of plant nutrition and health, sustainable farm management, establishment and management of the plantation, administration,

organization, harvest and reproduction and genetics. The INAI refers to the average innovation adoption contained in each of the eight categories. To calculate the level of adoption of each of the innovation categories, the number of innovations adopted by a grower was counted and divided by the total number of innovations within each category and expressed in percentage, i.e. the bigger the INAI, the higher the level of adoption. This indicator has been used to measure levels of innovation adoption in livestock production units (Martínez-Gonzalez et al., 2011) and in greenhouse production (García et al., 2011).

**Cuadro 3-1. Innovations assessed as adopted (1) and not adopted (0) by oil palm growers, by innovation category.**

| Category               | Innovation                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nutrition              | 1. Yearly leaf sampling (leaf 17 in plantations older than 4 years) between December and March for laboratory analysis; 2. Soil sampling every three years between December and March for laboratory analysis; 3. Application of organic fertilizer; 4. Soil fertilization in two or more applications. |
| Plant health           | 5. Monitoring for pests and diseases; 6. Sanitary pruning according to plant age.                                                                                                                                                                                                                       |
| Sustainable management | 7. Distribution of harvest residues (leaves and rachis) to be incorporated naturally into the soil; 8. Production of organic                                                                                                                                                                            |

| <b>Category</b>           | <b>Innovation</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | fertilizers; 9. Use of soil conservation strategies (ground covers, barriers and/or weed residues).                                                                                                                                                                                                    |
| Plantation management     | 10. Plantation based on suitable design (density, slope and/or sunlight); 11. Weeding area around palms two or more times per year; 12. Weeding area between rows two or more times a year; 13. Maintenance pruning; 14. Intercropping; 15. Plantation management based on agronomic management units. |
| Administration            | 16. Calendar of activities or processes; 17. Record of practices done (date, inputs and practice); 18. Record of incomes and expenses of the production unit; 19. Contract extension services; 20. Field personnel training; 21. Production census.                                                    |
| Organization              | 22. Consolidated buying; 23. Consolidated sales to agroindustry; 24. Group services (technical or financial advice, among others); 25. Credit for plantation management; 26. Membership in an active economic organization; 27. Grower-agroindustry connection scheme.                                 |
| Harvest                   | 28. Harvest quality criteria specific for agro-industries; 29. Scheduling harvest for collection and sale; 30. Use of suitable tools for harvesting (Malay knife, “chuza”, among others); 31. Gathering loose fruits; 32. Harvesting considering criteria of fruit ripeness.                           |
| Reproduction and genetics | 33. Knowledge and efficient exploitation of the crop’s productive potential.                                                                                                                                                                                                                           |

- v. *Innovation network*: To obtain indicators for the grower innovation network, each grower was asked, “Who do you learn from and/or who do you consult when you encounter a problem in your plantation?” The answers constitute a list of names the grower recognizes as his sources of information, knowledge and/or learning. The responses and names were coded to obtain innovation network indicators with software created especially for social network analysis, UCINET® and NetDraw® (Borgatti et al., 2002). Social network analysis (SNA) is a tool based on the formal study of the relationships among actors and of the social structures that emerge from the recurrence of these relationships. That is, the networks are social structures composed of individuals (actors or nodes) connected by one or more types of relationships (Wasserman and Faust, 1994). Freeman et al. (1991) point out that stronger connections between pairs of nodes enable greater information flow through them. Thus, when information flows from one node to another within the network, using other nodes as intermediaries, these nodes can benefit from being intermediaries of that information (Narayanam and Narahari, 2011) and can even have an influence on the nodes they connect (Porras, 2005). That is, to what degree an actor is benefited depends on the number of links he has and his position in the network, differentially affecting the process of information exchange (Simpson et al., 2011). To map innovation networks of growers and the different actors involved in the innovation adoption process and to find recurring links, the actors were categorized by their role in the network: government organizations (IG: Institución Gubernamental), educational and research organizations (IEI: Instituciones de Enseñanza e Investigación), other non-interviewed growers

(Prod: Productores no entrevistados), agroindustries and input and equipment suppliers (AI/PIE: Agroindustria y Proveedores de Insumos y Equipo) and the extension center represented by an AGI (Agencia de Gestión de la Innovación). Once the innovation network was obtained, the calculated indicators were: output degrees and input degrees. The first indicator is understood to be the links the grower establishes in his search and appropriation of information and knowledge; the second was the number of times the grower was referred to by his peers as a source of information and knowledge. Moreover, we obtained the number of growers that referred to the technical advisor as an important actor in the innovation network, then we put together the node's links according to where they belong to, so as to draw the proportion of the links the growers establish with each of the types of actors.

- vi. *Production and economic indicators:* a. Yield ( $\text{t ha}^{-1}$ ) and b. Average selling price (US\$) per metric ton. With these two variables, we obtained c. Gross income in  $\text{US\$ ha}^{-1}$ . These three indicators were recorded for the 104 interviewed growers. Although some indicators exist to measure the impact of adoption of innovations as well as the total factor productivity, we used yield as a response variable because the innovations we propose do not disproportionately increase the use of inputs, working capital, and labor. Besides, yield is easier to measure and to get from the growers. The complete cost structure is difficult to obtain, and only 40 growers were included in the analysis because of their cooperation in sharing economic information. These growers supplied the explicit costs of the activity, including the labor cost in each one, under the headings of fertilization, pest and disease control, harvest,

and others. In this way we obtained d. Production costs (US\$ ha<sup>-1</sup>); e. Net profits (US\$ ha<sup>-1</sup>) was calculated as the difference between gross incomes and production costs.

### **3.3.2. Multivariate analysis**

To classify growers, a cluster analysis was performed in three stages. First, the squared Euclidian distance (Perez, 2004) was used with data of the 33 innovations coded as dichotomous variables (1=adopted; 0=not adopted). The possible combinations of pairs of growers, also called basic characterization units (BCU) (Núñez-Colín and Escobedo-López, 2011), or operative taxonomic units (OTU) (Sokal et al., 1965), are presented in Cuadro 3-2. We adapted the contributions of Cheetham and Hazel (1969), Gower (1971), Núñez-Colín and Escobedo-López (2011) on binary variables and their use in the calculation of similarity and dissimilarity coefficients to propose a method of grouping growers based on the adoption of combinations of innovations and not on a single indicator such as INAI. In this way, binary coding of the innovations adopted by the growers results in four combinations (see Cuadro 3-2); these combinations are the basis for the cluster analysis, which indicates how similar or dissimilar the growers are. Second, the grouping, or clustering of the BCU was the Ward minimum variance (1963), which was shown to be more efficient since the procedure tends to form spherical or compact clusters. This is based on reducing residual variance when grouping observations by testing all possible pairs (Pérez, 2004). Finally, the height of the dendrogram, to define the number of groups, was determined the using pseudostatistical tools  $t^2$  of Hotelling (1951) and the cubic grouping criterion (Johnson, 1998). All the analyses were done with SAS, version 9.0, software (SAS, 2004).



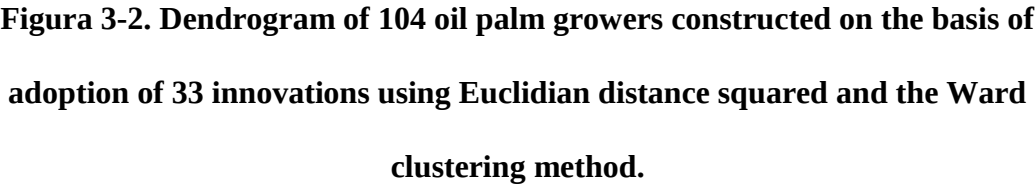
**Cuadro 3-2. Combinations and coding of the possibilities of adoption between pairs of growers.**

|                 |   | Grower <i>j</i>                                                                                    |                                                                                             |
|-----------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |   | 1                                                                                                  | 0                                                                                           |
| Grower <i>i</i> |   | <i>a</i> : number of innovations adopted by grower <i>i</i> and also by grower <i>j</i> .          | <i>b</i> : number of innovations adopted by grower <i>i</i> but not by grower <i>j</i> .    |
|                 | 1 |                                                                                                    |                                                                                             |
|                 |   | <i>c</i> : number of innovations not adopted by grower <i>i</i> , but adopted by grower <i>j</i> . | <i>d</i> : number of innovations not adopted by either grower <i>i</i> or grower <i>j</i> . |
|                 | 0 |                                                                                                    |                                                                                             |

### 3.4. ANALYSIS OF THE RESULTS

#### 3.4.1. Grouping of oil palm growers based on adoption of 33 innovations

Three different clusters were identified with the Ward (1963) minimum variance grouping after obtaining squared Euclidian distances (Johnson, 1998; Pérez, 2004) between growers based on the adoption or non-adoption of 33 innovations. These groups were the result of partitioning the dendrogram (see Figura 3-2) using the Hotelling (1951) pseudostatic  $t^2$  and the cubic grouping criterion (Johnson, 1998).



58

#### 3.4.1.1. Cluster 1: Basic innovative growers

Cluster 1 (C1) groups 35.6% of the growers. Most are men (94.6%) of intermediate age relative to those of the other two clusters. They are the newest to oil palm production, averaging 11.3 years of experience. Less than half of the growers in C1, declare that palm oil production provides more than 50% of their total income. In terms of their production units, those of C1 growers are not so different from those of C2 and C3: in general they have 5.5 hectares under production. Since no statistically significant differences among the three clusters (see Cuadro 3-3) were found on the age of the production plantations, this variable should not affect the yields. The main difference lies in plots or plantations being developed: only 37.8% of the growers in C1 are developing new plantations, 1.8 hectares on average from all the growers who belong to the cluster. Total area of oil palm plantation averages 7.7 hectares, which is not different from growers in C2 or C3. The proportion of their oil palm plantations that are actually in production is on average 82.7%; these are growers that own more land and can expand their plantations since only 39.0% of their total arable land is planted with oil palm (see Cuadro 3-3).

**Cuadro 3-3. Characteristics of oil palm growers, their perception of the activity and their production units, by cluster.**

| Variables                 | Cluster 1            |           | Cluster 2           |           | Cluster 3            |           |
|---------------------------|----------------------|-----------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|
|                           | Mean                 | Std. dev. | Mean                | Std. dev. | Mean                 | Std. dev. |
| Number of growers         | n=37                 |           | n=35                |           | n=32                 |           |
| 1. Grower characteristics |                      |           |                     |           |                      |           |
| Gender (% men) ¶          | 94.595 <sup>b</sup>  | 22.924    | 74.286 <sup>a</sup> | 44.344    | 87.500 <sup>ab</sup> | 33.601    |
| Age (years)               | 58.514 <sup>ab</sup> | 13.842    | 61.257 <sup>b</sup> | 13.602    | 55.4 <sup>a</sup>    | 9.459     |

| Variables                                     | Cluster 1            |           | Cluster 2           |           | Cluster 3           |           |
|-----------------------------------------------|----------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|
|                                               | Mean                 | Std. dev. | Mean                | Std. dev. | Mean                | Std. dev. |
| Formal schooling (years)                      | 6.000 <sup>a</sup>   | 4.649     | 5.943 <sup>a</sup>  | 4.838     | 6.125 <sup>a</sup>  | 4.995     |
| Experience (years)                            | 11.297 <sup>a</sup>  | 2.391     | 12.257 <sup>b</sup> | 0.919     | 12.250 <sup>b</sup> | 0.622     |
| <i>2. Grower perception</i>                   |                      |           |                     |           |                     |           |
| Status of the activity (% increasing) ¶       | 81.081 <sup>a</sup>  | 39.706    | 91.429 <sup>a</sup> | 28.403    | 87.500 <sup>a</sup> | 33.601    |
| Importance (% full time) ¶                    | 18.919 <sup>a</sup>  | 39.706    | 37.143 <sup>a</sup> | 49.024    | 31.250 <sup>a</sup> | 47.093    |
| Income (% more than 50%) ¶                    | 48.649 <sup>a</sup>  | 50.671    | 82.857 <sup>b</sup> | 38.239    | 78.125 <sup>b</sup> | 42.001    |
| <i>3. Production unit</i>                     |                      |           |                     |           |                     |           |
| Area in production (ha)                       | 5.851 <sup>a</sup>   | 6.987     | 5.371 <sup>a</sup>  | 9.554     | 5.375 <sup>a</sup>  | 4.273     |
| Age of the production plantation (years)      | 11.882 <sup>a</sup>  | 1.610     | 12.229 <sup>a</sup> | 0.942     | 12.188 <sup>a</sup> | 0.644     |
| With area in development (%) ¶                | 37.838 <sup>a</sup>  | 49.167    | 25.714 <sup>a</sup> | 44.344    | 62.500 <sup>b</sup> | 49.187    |
| Area in development (ha)                      | 1.811 <sup>a</sup>   | 5.049     | 2.814 <sup>ab</sup> | 8.059     | 5.109 <sup>b</sup>  | 8.768     |
| Area of the plantation (ha)                   | 7.662 <sup>a</sup>   | 10.549    | 8.186 <sup>a</sup>  | 13.963    | 10.484 <sup>a</sup> | 10.512    |
| Proportion of plantation in production (%)    | 82.679 <sup>ab</sup> | 23.752    | 86.001 <sup>b</sup> | 26.446    | 67.025 <sup>a</sup> | 29.705    |
| Proportion of total area under plantation (%) | 38.953 <sup>a</sup>  | 26.360    | 48.127 <sup>a</sup> | 33.997    | 50.813 <sup>a</sup> | 32.746    |

Means with different letters in the same row are significantly different ( $p < 0.05$ ) according to the Scheffe test.

The cases indicated with ¶ are statistically different ( $p < 0.05$ ) according to the chi-square test.

Regarding their level of innovation adoption, the growers grouped in C1 is low in the categories nutrition, health administration, organization, and genetics and reproduction. The innovation categories in which more adoption took place were sustainable resources management, plantation establishment and management, and harvest, indicating that these are growers that adopt the most basic and common innovations for good management of the plantation and harvest of their production. For this reason, growers of C1 were denominated “basic innovative growers”. In general, growers of C1 are those that have the lowest levels of innovation adoption: their general INAI is 23.4%, which does not necessarily mean these growers are not innovative, but they are at an elementary level if judged by the innovation categories taken in this study. Moreover, they are growers that have a high propensity to search for information, but they are not important sources of information for other growers. C1 growers have little connection with extensionists; only 29.7% say they have links with this node (see Cuadro 3-4).

Because of the low levels of innovation, as well as of other variables that distinguish the C1 growers, it was found that they have the lowest yields ( $10.7 \text{ t ha}^{-1}$ ). With a selling price that is statistically equal to those paid to C2 and C3 growers, their gross income is just  $1,124.3 \text{ US\$ ha}^{-1}$  (see Cuadro 3-5) (In 2011, on average, there were 13.11 Mexican pesos to 1 US\$).

**Cuadro 3-4. Levels of innovation and the innovation network of oil palm growers, by cluster.**

| Variables                                        | Cluster 1           |           | Cluster 2           |           | Cluster 3            |           |
|--------------------------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|----------------------|-----------|
|                                                  | Mean                | Std. dev. | Mean                | Std. dev. | Mean                 | Std. dev. |
| <i>4. Levels of innovation</i>                   |                     |           |                     |           |                      |           |
| INAI Nutrition (%)                               | 2.703 <sup>a</sup>  | 7.870     | 15.714 <sup>b</sup> | 12.256    | 12.500 <sup>b</sup>  | 17.961    |
| INAI Plant health (%)                            | 18.919 <sup>a</sup> | 24.584    | 21.429 <sup>a</sup> | 30.403    | 50.000 <sup>b</sup>  | 28.398    |
| INAI Sustainable management (%)                  | 24.300 <sup>b</sup> | 14.993    | 12.374 <sup>a</sup> | 19.940    | 28.106 <sup>b</sup>  | 19.138    |
| INAI Plantation establishment and management (%) | 56.305 <sup>b</sup> | 20.160    | 41.443 <sup>a</sup> | 28.693    | 51.569 <sup>ab</sup> | 18.151    |
| INAI Administration (%)                          | 2.254 <sup>a</sup>  | 6.987     | 1.431 <sup>a</sup>  | 4.743     | 16.153 <sup>b</sup>  | 19.622    |
| INAI Organization (%)                            | 2.257 <sup>a</sup>  | 5.788     | 26.194 <sup>b</sup> | 19.910    | 75.506 <sup>c</sup>  | 14.645    |
| INAI Harvest (%)                                 | 80.541 <sup>a</sup> | 11.042    | 94.286 <sup>b</sup> | 10.371    | 87.500 <sup>ab</sup> | 15.027    |
| INAI Reproduction and genetics (%)               | 0.000 <sup>a</sup>  | 0.000     | 17.143 <sup>b</sup> | 38.239    | 0.000 <sup>a</sup>   | 0.000     |
| INAI General (%)                                 | 23.414 <sup>a</sup> | 5.176     | 28.749 <sup>b</sup> | 11.731    | 40.172 <sup>c</sup>  | 8.323     |
| <i>5. Innovation network</i>                     |                     |           |                     |           |                      |           |
| Output degree (links)                            | 1.135 <sup>b</sup>  | 0.788     | 0.429 <sup>a</sup>  | 0.502     | 1.156 <sup>b</sup>   | 0.920     |
| Input degree (links)                             | 0.270 <sup>a</sup>  | 0.508     | 0.200 <sup>a</sup>  | 0.759     | 0.563 <sup>a</sup>   | 1.999     |
| % with links to technical advisors               | 29.730 <sup>a</sup> | 46.337    | 20.000 <sup>a</sup> | 40.584    | 53.125 <sup>b</sup>  | 50.701    |

Means with different letters in a row indicate significant difference ( $p < 0.05$ ) according to the Scheffe test.

**Cuadro 3-5. Productive and economic indicators of oil palm growers, by cluster.**

| Variables                                    | Cluster 1            |           | Cluster 2             |           | Cluster 3            |           |
|----------------------------------------------|----------------------|-----------|-----------------------|-----------|----------------------|-----------|
|                                              | Mean                 | Std. dev. | Mean                  | Std. dev. | Mean                 | Std. dev. |
| <i>6. Productive and economic indicators</i> |                      |           |                       |           |                      |           |
| Yield (t ha <sup>-1</sup> )                  | 10.649 <sup>a</sup>  | 3.776     | 13.142 <sup>ab</sup>  | 5.038     | 15.012 <sup>b</sup>  | 6.278     |
| Selling price (US\$ t <sup>-1</sup> )        | 104.624 <sup>a</sup> | 10.658    | 108.044 <sup>a</sup>  | 16.884    | 105.385 <sup>a</sup> | 13.375    |
| Gross income (US\$ ha <sup>-1</sup> )        | 1,124.3 <sup>a</sup> | 460.3     | 1,403.3 <sup>ab</sup> | 563.3     | 1,609.2 <sup>b</sup> | 795.9     |

Means with different letters in a row indicate significant difference (p<0.05) according to the Scheffe test.

#### *3.4.1.2. Cluster 2: Intermediate innovative growers*

Cluster 2 (C2) groups 33.6% of the growers. The cluster is characterized by a high number of women who head the production unit (25.7%). They are the oldest growers, averaging 61.3 years. Together with the growers of C3, they are those with most experience, with 12.3 years of growing oil palm. Likewise, with C3, they are those who earn more than 50% of their income from oil palm; that is, they are the growers that most predominantly specialize in growing this crop. Regarding their production units, like those of C1, from all the growers who belong to the cluster, few are developing more plantations (25.7%) but their plantations are larger (2.81 hectares). The total area of their plantations is 8.2 hectares, which, as was mentioned above, is not statistically different from C1 and C3. Of this total area, 86.0% is producing, and 48.1% of their total arable area is planted in oil palm; that is, they can still expand (see Cuadro 3-3).

C2 adoption of innovations is low in the categories of plant health, sustainable management, plantation establishment and management, and administration. They are, however, innovators in the categories of plant nutrition, harvest, and reproduction and genetics. They have intermediate innovation levels in organization and their general INAI; for this reason, we denominated them “intermediate innovative growers”. In their innovation network, they are the least connected growers in terms of the output degrees (the links the grower establishes in his search and appropriation of information) and input degrees (the number of times the grower was referred to by his peers as a source of information). Also, a low proportion of them has links with extension agents; only 20.0% name them as sources of information (see Cuadro 3-4).

As a result of their levels of innovation, higher than those of C1 but lower than those of C3, as well as other characteristics, the C2 growers have intermediate yields of 13.1 t ha<sup>-1</sup> and gross incomes of 1,403.3 US\$ ha<sup>-1</sup> (see Cuadro 3-5).

#### *3.4.1.3. Cluster 3: Advanced innovative growers*

Cluster 3 (C3) groups 30.8% of the growers; most are men (87.5%). These are younger, 55.4 years old on average, but with experience in growing oil palm, averaging 12.3 years. Like the C2 growers, more than 50% of their income comes from oil palm; that is, it is a major crop for them. Regarding the production unit, 62.5% of the growers have plantations in development; this percentage is the highest of the three clusters. On average, growers in this cluster have 5.11 hectares in development. Because of the importance of oil palm as a source of income, C3 growers are those with the smallest proportion of the plantation in production (67.0% of a total area of 10.48 hectares). Like C1 and C2 growers, they have



areas of cultivation into which they can expand their plantations since only 50.8% is under oil palm (see Cuadro 3-3).

In reference to their levels of innovation, C3 growers are the most innovative in the categories of plant nutrition and health, sustainable management, administration and organization. They are intermediately innovative in the categories of reproduction and genetics. The overall index of adoption of innovations (INAI) indicates that they are the most innovative group of growers of the three. This is highly related to their innovation network; like C1 growers, they have a higher number of output links, but unlike C1, C3 growers are strongly connected with technical advisors: 53.1% identify them as sources of information and knowledge that increase their levels of innovation. Moreover, C3 growers are those most referred to by other growers as sources of information; that is, they have a higher number of input links (see Cuadro 3-3). As a result of the high levels of innovation, as well as other characteristics, C3 growers achieve the highest yields (15.0 t ha<sup>-1</sup>) and the highest gross incomes averaging 1,609.2 US\$ ha<sup>-1</sup> (see Cuadro 3-5).

As previously stated in this study, the difference in dynamism among the clusters is notable. C1 growers are less dynamic since oil palm, for them, is a secondary activity and they are not expanding their plantation. In contrast, C3 growers are more dynamic: oil palm is their main crop, providing the greater part of their incomes, and they have considerable areas of land under development. Together with this dynamism, the results indicate that the most innovative growers are young and those with the most experience in growing the palm. This is related to higher yields and therefore higher gross incomes. Furthermore, although growers in the three clusters have statistically equal areas in production, those that are more innovative have received a higher level of income from

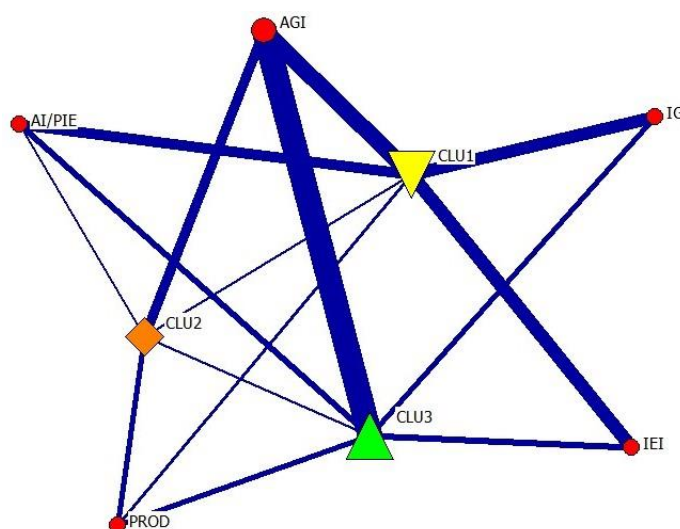
oil palm cultivation. This has led them to establish new plantations and thus they have a larger proportion of their plantations in development.

The innovations themselves are an important variable since, for their diffusion and adoption of innovations to be successful, these innovations must be compatible, timely and necessary for the growers. Rogers (2003) points out that the adoption of innovations is positively related to the degree to which diffusion programs are compatible with the needs of clients. For example, C1 growers adopt only the most basic innovations related to establishment and management of the plantation as well as to harvest. In contrast, C3 growers are better organized and administer their production units using records (following Novo et al., 2014) and calendars of activities in larger proportion than in the other two clusters.

#### **3.4.2. The innovation network of oil palm growers**

Analyzing the oil palm grower innovation network and considering the cluster growers belong to we found that, although C1 growers establish the same number of links as C3, they diversify their links with several types of nodes or with actors with different roles in the network. In contrast, C3 growers have a larger proportion of links with the AGI (extensionists). One of the major results of this study is that C1 and C3 growers have more output links with other actors of the innovation network (output degrees=higher level of search for information). Growers who establish links with other actors (i.e. fellow growers, extensionists, input suppliers) have higher levels of innovation adoption, not only because they establish networks with other growers but because they establish networks with different types of actors (see Figura 3-3). Furthermore, the greater the number of links growers have, the higher the proportion of links with actors with different roles

within the network is, especially with the extensionists. The evidence suggests that the higher innovation adoption of the C3 growers is due to the fact that they have access to other sources of knowledge and information, outside the network of growers (see Figura 3-3). C3 growers are those that have more frequent links with extensionists (Cuadro 3-4), who are considered to be good sources of information and knowledge. Also, these growers with a great number of links have higher levels of adoption increase leading to higher oil palm yields and higher incomes for the growers.



AGI: agency for innovation management; IG: government institutions; IEI: research and teaching institutions; Prod: other oil palm growers; AI/PIE: agroindustry and input and equipment suppliers. Although the graphic representation of the network could be done by visualizing each grower as a node, the actors were grouped by type to analyze the proportion in which links are established in the network. The width of the lines indicates the proportion of links each cluster has with the rest of the actors of the network: the thicker the line, the higher the number of links.

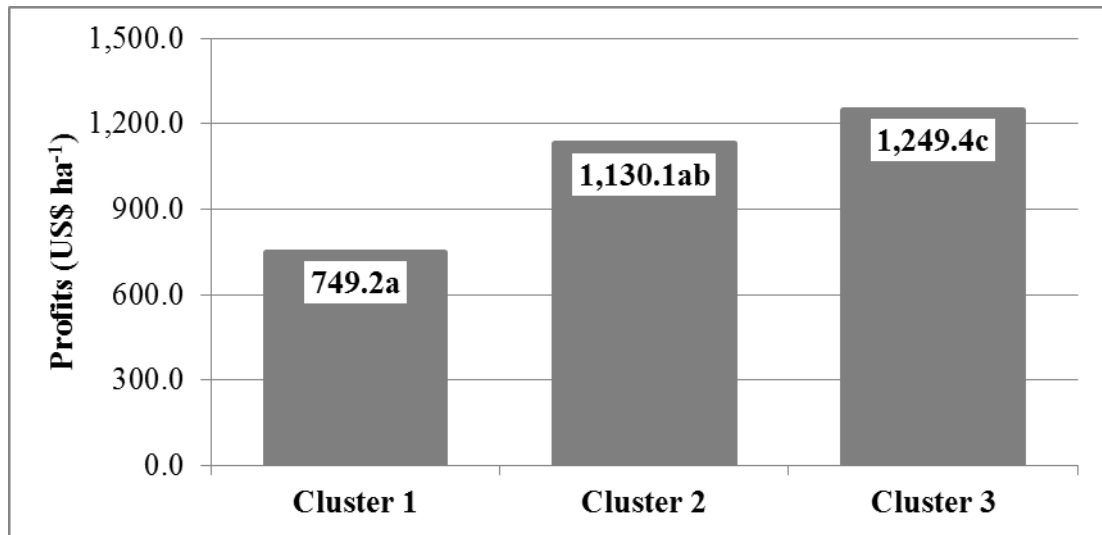
**Figura 3-3. Innovation network of oil palm growers, considering the cluster to which they belong.**

We also find that a lower proportion of links are formed between growers in the different clusters; no link joins C1 with C3, and only C2 has links with both of the others. In contrast, within each cluster the recurrence of links increases, indicating that homophily (i.e. people tend to maintain links with others who are similar – [Lazarsfeld and Merton, 1954]) exists among the growers of the same cluster and therefore they have comparable levels of innovation. In our analysis, the most innovative growers do not relate to the least innovative and *vice versa* (Figura 3-3), but there are links within their respective clusters; that is, the growers tend to maintain relations with other growers that are equally innovative. In C1, 12% of the links occur within the cluster; for C2 it is 20% and in C3 it is 13.5%.

### **3.4.3. Generation of value by oil palm growers**

As stated in Methodology (Section 3.3) the costs of production could only be obtained with the cooperation of 40 growers, from which 13 were assigned to C1, 16 to C2, and the rest 11 to C3. The result of the analysis of the explicit costs of production per hectare (US\$ ha<sup>-1</sup>) of oil palm (fertilization, pest and disease control, weed control, pruning, harvest, shipping, among others) revealed that there are no significant differences ( $p > 0.05$ ) among the three clusters. Average costs are the following: C1, 270.8 US\$ ha<sup>-1</sup>; C2, 368.9 US\$ ha<sup>-1</sup>; and C3, 384.4 US\$ ha<sup>-1</sup>. This is also related to the fact that the basic innovative growers (C1) have lower production costs than those of the advanced innovative growers (C3), although the differences are not significant. When these costs are subtracted from gross incomes, we find that the profits for C1 growers are lower (749.2 US\$ ha<sup>-1</sup>), but not statistically different from those of C2 growers (1,130.1 US\$ ha<sup>-1</sup>), while profits for C3 growers (1,249.4 US\$ ha<sup>-1</sup>) were significantly higher than those of C1, but not

significantly different from C2 (Figura 3-4). We can thus argue that growers in all clusters are motivated to adopt innovations as long as the economic benefits surpass costs of adoption, that is, as long as their production units generate greater economic value. Hence, each cluster adopts innovation in a way that is rational for them, in line with their resource endowment and farming style.



Different letters in the columns indicate significant differences ( $p < 0.05$ ), according to the Scheffe test.

**Figura 3-4. Comparison of means of profits generated by oil palm production, based on the clusters defined by adoption of 33 innovations.**

### 3.5. DISCUSSION

The aim of this paper was to assess how differently composed innovation networks of growers and advisors lead to different economic impacts and what are the implications are for the support of innovation adoption by growers. From the results of this study, it can be concluded that the adoption of innovations is related to higher levels of production and generation of economic value; that is, the more innovations are adopted, the higher the

yields, incomes and profits. Net profits are therefore higher for advanced innovative growers than for growers with lower levels of adoption of innovations, although these growers also experience a relative advantage. The level of adoption of innovations depends on diverse variables which are largely in line with earlier work on adoption (Pannell et al., 2006; Rogers, 2003). The most significant ones are the grower's age and experience in oil palm production, the economic impact of the adopted innovations, the proportion of the plantation in production relative to the total area of the landholding, the income obtained from the productive activity, the links established between the grower and other actors (i.e. other growers, extensionists, input dealers), as well as the inherent characteristics of each innovation and the category to which it belongs (e.g., plant nutrition and health, sustainable farm management, etc.).

A major finding of this study is the existence of different clusters of innovation adopters, which have adopted different combinations of innovations, confirming earlier work (Gilles et al., 2013; Kiptot et al., 2007) that also the basic innovative growers cannot be seen as absolute 'laggards', as is often done in adoption studies. The results have shown that homophily within clusters of growers is important to consider, as each cluster of growers (i.e. basic innovative growers, intermediate innovative growers, advanced innovative growers) displays a particular composition of their innovation network, which affects the exchange of information and knowledge within that cluster and how they innovate. This enables them to reach a certain level of adoption, which is in line with resource endowments and farming styles. Although Wood et al. (2014) state that homophily plays an important and positive role during the farmer knowledge exchange process, due their social solidarity, our analysis suggests that the homophily in networks can impede the flow of certain kinds of relevant information (see also Jackson, 2008;

Rogers, 2003). When innovations demand more knowledge, such as in aspects of plant health, or greater social interaction and levels of trust, such as innovations in grower organization and administration of their production unit, the growers establish more links with their peers and the interactions with other actors in the innovation network (e.g. extension, agribusiness) become more relevant. When there are more links and a larger proportion of them is with actors in the network other than growers that possess useful information (such as extensionists), the levels of innovation adoption increase, and better productive and economic parameters are achieved. This resembles findings of Boyd et al. (2000), who state that among the factors that explain the adoption of new technology or new techniques are those related to social capital, associated with access to different types of extensionists with different sorts of expertise and networks of fellow growers, and supports earlier work emphasizing the need to foster heterogeneous networks (Gielen et al., 2003; Spielman et al., 2011). In this sense, it is important to consider that the knowledge and experience of the extensionists plays a fundamental role in the innovation network, which concurs with findings of Isaac (2012), particularly in newly introduced crops such as oil palm in Mexico. Furthermore, following several authors (Dogliotti et al., 2014; Kilelu et al., 2013; Klerkx and Proctor, 2013; Spielman et al., 2011) it is of key importance that different types of extensionists (e.g., from the public sector, connected to agribusiness) should work in a joint and complementary fashion (as is done in the case of the AGI) given the diversity of topics that need to be addressed.

### **3.6. CONCLUSION**

The results of this study have implications for agricultural extension policies, and support the need to achieve ‘best-fit’ (see Birner et al., 2009) instead of ‘one-size-fits-all’

approaches. In line with several authors (Dogliotti et al., 2014; Millar and Connell, 2009; Novo et al., 2014; Rivera and Sulaiman, 2009), our analysis suggests that extension programs should not only focus on uniform transfer of innovations (technologies and practices) derived from research to practices, but foster the use of existing local knowledge, connecting growers that adopt a relatively limited number of innovations with those that adopt more innovations, as well as encouraging new links with other actors that possess useful information and knowledge. Thus, instead of diffusing uniform technological packages or practices common to all, tailor-made intervention strategies should be sought to dynamize innovation, promoting adoption of innovations in accordance with the personal characteristics, farming style and resource endowment of each cluster of growers, thereby using the next best group in terms of the number of adopted innovations as a benchmark. The process of stimulating innovation adoption thus has an incremental dynamic, passing from more basic innovations that demand less knowledge to more specialized innovations that require more knowledge and a higher level of trust or social capital, confirming earlier work which has indicated the need to match extension services to a dynamic learning process (Kilelu et al., 2013; Novo et al., 2014). In this process, intervention strategies need to take into consideration the homophily that exists within clusters, and the need to change this situation of homophily in the network if it impedes innovation. This requires that extension agencies should act as central nodes in the network (following Simpson et al., 2011) acting as brokers of relationships among several actors (e.g. different clusters of growers, growers with different types of service providers) relevant to agricultural innovation (following Klerkx et al., 2009; Novo et al., 2014; Rivera and Sulaiman, 2009), and building trust and social



capital, because they positively influence the innovation adoption process within the network.

The present study has some limitations, which indicate the need for future work in this area. The study has mainly focused on discrete innovations (technologies and practices) and the link between adoption and network composition, but has not fully considered the influence of the institutional environment in which farmers are embedded and how this connects to their adoption decision. For future research, we thus suggest measuring the risk perception that the grower has in regards with his/her decision upon adopting or rejecting innovations, especially in relation to how different clusters of growers may interpret the institutional environment as favorable or unfavorable for innovating (following Hounkonnou et al., 2012; Marra et al., 2003). Furthermore, while the study has looked at the type of linkages, and found relationships between innovation adoption and the type of links, it has not been able to explain how these links exactly differ in quality. Hence, more work is needed on deepening the analysis the quality of the links which the grower establishes with different actors (in terms of the usefulness of the information, the degree of trust and social capital, and access to other resources) in the process of adoption of innovations.

### **3.7. REFERENCES**

Aguilar, J., Rendón, R., Muñoz, M., Altamirano, J.R., Santoyo, V.H., 2011. Agencias para la gestión de la innovación en territorios rurales. In: Pensado, M. (Ed.), *Territorio y ambiente: aproximaciones metodológicas*. Siglo XXI, pp. 79–98.

- Aguilar, N., Muñoz, M., Santoyo, V.H., Aguilar, J., 2013. Influencia del perfil de los productores en la adopción de innovaciones en tres cultivos tropicales. *Teuken Bidikay* 4, 207–228.
- Avilez, J.P., Escobar, P., von Fabeck, G., Villagran, K., García, F., Matamoros, R., García, A., 2010. Caracterización productiva de explotaciones lecheras empleando metodología de análisis multivariado. *Rev. Científica* 20, 74–80.
- Binder, J.F., Roberts, S.G.B., Sutcliffe, A.G., 2012. Closeness, loneliness, support: Core ties and significant ties in personal communities. *Soc. Networks* 34, 206–214.
- Birner, R., Davis, K., Pender, J., Nkonya, E., Anandajayasekeram, P., Ekboir, J., Mbabu, A., Spielman, D.J., Horna, D., Benin, S., Cohen, M., 2009. From Best Practice to Best Fit: A Framework for Designing and Analyzing Pluralistic Agricultural Advisory Services Worldwide. *J. Agric. Educ. Ext.* 15, 341 - 355.
- Borgatti, S.P., Everett, M.G., Freeman, L.C., 2002. *Ucinet for Windows: software for social network analysis*. Harvard, MA. Analytic Technologies.
- Boyd, C., Turton, C., Hatibu, N., Mahoo, H.F., Lazaro, E., Rwehumbiza, F.B., Okubal, P., Makumbi, M., 2000. The contribution of soil and water conservation to sustainable livelihoods in semi-arid areas of Sub-Saharan Africa. *Agric. Res. Ext. Network. Netw. Pap.* 102, 1–16.
- Bozoğlu, M., Ceyhan, V., 2007. Measuring the technical efficiency and exploring the inefficiency determinants of vegetable farms in Samsun province, Turkey. *Agric. Syst.* 94, 649–656.
- Cheetham, A.H., Hazel, J.E., 1969. Binary (presence-absence) similarity coefficients. *J. Paleontol.* 43, 1130–1136.

- Dogliotti, S., García, M.C., Peluffo, S., Dieste, J.P., Pedemonte, A.J., Bacigalupe, G.F., Scarlato, M., Alliaume, F., Alvarez, J., Chiappe, M., Rossing, W.A.H., 2014. Co-innovation of family farm systems: A systems approach to sustainable agriculture. *Agric. Syst.* 126, 76-86.
- Douthwaite, B., Keatinge, J.D.H., Park, J.R., 2001. Why promising technologies fail: the neglected role of user innovation during adoption. *Res. Policy* 30, 819-836.
- FAO, 2011. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx>>. (accessed 15.08.12).
- Feder, G., Umali, D.L., 1993. The adoption of agricultural innovations: a review. *Technol. Forecast. Soc. Change* 43, 215–239.
- Freeman, L.C.; Borgatti, S.P., White, D.R., 1991. Centrality in valued graphs: A measure of betweenness based on network flow. *Soc. Networks* 13, 141–154.
- Garb, Y., Friedlander, L., 2014. From transfer to translation: Using systemic understandings of technology to understand drip irrigation uptake. *Agric. Syst.* 128, 13-24.
- García, E.I., Aguilar, J., Bernal, R., 2011. La agricultura protegida en Tlaxcala, Méjico: la adopción de innovaciones y el nivel de equipamiento como factores para su categorización. *Teuken Bidikay* 2, 10–11.
- Gielen, P.M., Hove, A., Nieuwenhuis, L.F.M., 2003. Learning Entrepreneurs: learning and innovation in small companies. *Eur. Educ. Res. J.* 2, 90-106.
- Gilles, J.L., Thomas, J.L., Valdivia, C., Yucra, E.S., 2013. Laggards or Leaders: Conservers of Traditional Agricultural Knowledge in Bolivia. *Rural sociol.* 78, 51-74.

- Gower, J. C., 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics* 27, 857–871.
- Guardiola, X., Díaz-Guilera, A., Perez, C.J., Arenas, A., Llas, M., 2002. Modelling diffusion of innovations in a social network. *Phys. Rev. E* 66, 1–4.
- Hartwich, F., Monge, M., Ampuero, L., Soto, J.L., 2007. Knowledge management for agricultural innovation: lessons from networking efforts in the Bolivian Agricultural Technology System. *Knowl. Manag. Dev. J.* 3, 21–37.
- Hasnah, Fleming, E., Coelli, T., 2004. Assessing the performance of a nucleus estate and smallholder scheme for oil palm production in West Sumatra: a stochastic frontier analysis. *Agric. Syst.* 79, 17–30.
- Hotelling, H., 1951. A generalized t test and measure of multivariate dispersion. In: Neyman, J. (Ed.), *Proc. Second Berkeley Symp. Math. Stat. Probab.* Berkeley, California. University of California Press, pp. 23–41.
- Hounkonnou, D., Kossou, D., Kuyper, T.W., Leeuwis, C., Nederlof, E.S., Röling, N., Sakyi-Dawson, O., Traoré, M., Van Huis, A., 2012. An innovation systems approach to institutional change: Smallholder development in West Africa. *Agric. Syst.* 108, 74–83.
- Isaac, M.E., 2012. Agricultural information exchange and organizational ties: The effect of network topology on managing agrodiversity. *Agric. Syst.* 109, 9–15.
- Jackson, M.O., 2008. *Social and economic networks*. Princeton University Press. New Jersey, USA. Princet. Univ. Press.
- Jara-Rojas, R., Bravo-Ureta, B. E., Díaz, J., 2012. Adoption of water conservation practices: A socioeconomic analysis of small-scale farmers in Central Chile. *Agric. Syst.* 110, 54–62.

- Johnson, D.E., 1998. Métodos Multivariados Aplicados al Análisis de Datos. International Thompson Editores S.A. de C.V. México, D. F.
- Kilelu, C.W., Klerkx, L., Leeuwis, C., 2013. How Dynamics of Learning are Linked to Innovation Support Services: Insights from a Smallholder Commercialization Project in Kenya. *J. Agric. Educ. Ext.* 20, 213-232.
- Kiptot, E., Hebinck, P., Franzel, S., Richards, P., 2007. Adopters, testers or pseudo-adopters? Dynamics of the use of improved tree fallows by farmers in western Kenya. *Agric. Syst.* 94, 509–519.
- Klerkx, L., Hall, A., Leeuwis, C., 2009. Strengthening agricultural innovation capacity: are innovation brokers the answer? *Int. J. Agric. Resour. Gov. Ecol.* 8, 409-438.
- Klerkx, L., Jansen, J., 2010. Building knowledge systems for sustainable agriculture: supporting private advisors to adequately address sustainable farm management in regular service contacts. *Int. J. Agric. Sustain.* 8, 148-163.
- Klerkx, L., Proctor, A., 2013. Beyond fragmentation and disconnect: Networks for knowledge exchange in the English land management advisory system. *Land Use Policy* 30, 13-24.
- Klerkx, L., Aarts, N., Leeuwis, C., 2010. Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agric. Syst.* 103, 390–400.
- Lazarsfeld, P.F., Merton, R.K., 1954. Friendship as a social process: A substantive and methodological analysis. In: Berger, M., Abel, T., Page, C.H. (Eds.), *Free. Control Mod. Soc.* Van Nostrand, pp. 18–66.
- Leeuwis, C., Van den Ban, A., 2004. *Communication for rural innovation: Rethinking agricultural extension.* Blackwell Science, Oxford.

- Mariano, M.J., Villano, R., Fleming, E., 2012. Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. *Agric. Syst.* 110, 41–53.
- Marra, M., Pannell, D.J., Abadi Ghadim, A., 2003. The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve? *Agric. Syst.* 75, 215-234.
- Martínez-González, E.G., Muñoz-Rodríguez, M., García-Muñiz, J.G., Santoyo-Cortés, V.H., Altamirano-Cárdenas, J.R., Romero-Márquez, C., 2011. El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios en activos: lecciones aprendidas. *Agron. Mesoam.* 22, 367–377.
- Millar, J., Connell, J., 2009. Strategies for scaling out impacts from agricultural systems change: the case of forages and livestock production in Laos. *Agric. Human Values* 27, 213-225.
- Monge, M., Hartwich, F., 2008. Análisis de Redes Sociales aplicado al estudio de los procesos de innovación agrícola. *REDES-Revista Hisp. para el análisis redes Soc.* 14, 1–31.
- Muñoz, M., Aguilar, J., Rendón, R., Altamirano, J.R., 2007a. Análisis de la Dinámica de Innovación en Cadenas Agroalimentarias. Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM / PIIAI. Chapingo, México.
- Muñoz, M., Altamirano, J.R., Aguilar, J., Rendón, R., Espejel, A., 2007b. Innovación: Motor de la Competitividad Agroalimentaria. Políticas y Estrategias para que en México Ocurra. Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM / PIIAI. Chapingo, México.

- Muñoz, M., Santoyo, V.H., 2010. Del Extensionismo a las Redes de Innovación. In: Aguilar, J., Altamirano, J.R., Rendón, R. (Eds.), Del Extensionismo a las Redes de Innovación. Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM. Chapingo, México, pp. 31–69.
- Muñoz-Rodríguez, M., Altamirano-Cárdenas, J. R., 2008. Innovation models in the Mexican agricultural/food sector. *Agric. Soc. y Desarro.* 5, 185–211.
- Narayanam, R., Narahari, Y., 2011. Topologies of strategically formed social networks based on a generic value function—Allocation rule model. *Soc. Networks* 33, 56–69.
- Novo, A., Jansen, K., Slingerland, M., 2014. The novelty of simple and known technologies and the rhythm of farmer-centred innovation in family dairy farming in Brazil. *Int. J. Agric. Sustain.*, in press.
- Núñez-Colín, C.A., Escobedo-López, D., 2011. Uso correcto del análisis clúster en la caracterización de germoplasma vegetal. *Agron. Mesoam.* 22, 415–427.
- OECD, 2005. Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Third Edit., París: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Oros, V., Díaz, P., Vilaboa, J., Martínez, J.P., Torres, G., 2011. Caracterización por grupos tecnológicos de los hatos ganaderos doble propósito en el municipio de Las Choapas, Veracruz, México. *Rev. Científ. FCV-LUZ* 21, 57–63.
- Pannell, D.J., Marshall, G.R., Barr, N., Curtis, A., Vanclay, F., Wilkinson, R., 2006. Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders. *Aust. J. Exp. Agric.* 46, 1407–1424.

- Pérez, C., 2004. Técnicas de Análisis Multivariante de Datos. Pearson Educación S.A. Madrid, España.
- Porras, J.I., 2005. Redes. Fundamentos, Alcances y Expectativas de una Iniciativa Editorial. In: Porras, J.I., Espinoza, V. (Eds.), Redes: Enfoque y Aplicaciones del Análisis de Redes Sociales (ARS). Editorial Universidad Bolivariana. Santiago, Chile, pp. 5–13.
- Radjou, N., 2004. Innovation Networks. Forrester Res., 1–20.
- Rivera, W., Sulaiman, R.V., 2009. Extension: object of reform, engine for innovation. Outlook Agric. 38, 267-273.
- Rogers, E.M., 2003. Diffusion of innovations. Fifth Edit., New York, USA. Free Press.
- SAGARPA., 2011. Sistema de información agroalimentaria y de consulta 2011 (SIACON). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <<http://www.siap.gob.mx/index.php>>. (accessed 22.08.12).
- SAS., 2004. SAS/STAT (R). User's Guide, Version 9. Statistical Analysis System. Cary, N.C., USA. Stat. Anal. Syst.
- Schumpeter, J.A., 1939. Business cycles. A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process. New York: McGraw-Hill.
- Simpson, B., Markovsky, B., Steketee, M., 2011. Network knowledge and the use of power. Soc. Networks 33, 172–176.
- Sligo, F.X., Massey, C., Lewis, K., 2005. Informational benefits via knowledge networks among farmers. J. Work. Learn. 17, 452-466.
- Sokal, R.R., Camin, J.H., Rohlf, F.J., Sneath, P.H.A., 1965. Numerical taxonomy: some points of view. Syst. Zool. 14, 237–243.



- Solano, C., Herrero, M., León, H., Pérez, E., 2003. The role of personal information sources on the decision-making process of Costa Rican dairy farmers. *Agric. Syst.* 76, 3-18.
- Spielman, D.J., Ekboir, J., Kristin, D., Ochieng, C.M.O., 2008. An innovation systems perspective on strengthening agricultural education and training in sub-Saharan Africa. *Agric. Syst.* 98, 1-9.
- Spielman, D., Davis, K., Negash, M., Ayele, G., 2011. Rural innovation systems and networks: findings from a study of Ethiopian smallholders. *Agric. Human Values* 28, 195-212.
- Velasco-Fuenmayor, J., Ortega-Soto, L., Sánchez-Camarillo, E., Urdaneta, F., 2009. Factores que influyen sobre el nivel tecnológico presente en las fincas ganaderas de doble propósito localizadas en el estado Zulia, Venezuela. *Rev. Científ. FCV-LUZ* 19, 187-195.
- Ward, J.H.J., 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J. Am. Stat. Assoc.* 58, 236-244.
- Wasserman, S., Faust, K., 1994. *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge Univ. Press. New York, USA.
- Wood, B.A., Blair, H.T., Gray, D.I., Kemp, P.D., Kenyon, P.R., Morris, S.T., Sewell, A.M., 2014. Agricultural science in the wild: a social network analysis of farmer knowledge exchange. *PloS One* 9, e105203.

### 3.8. APPENDICES OF CHAPTER 3

**Appendix 3-1. Rate of innovation adoption (RIA, %) of 33 innovations used to group oil palm growers for each resulting cluster.**

| Category/Innovation                                                                                                     | Number of adoptions per innovation |      |      |     | Rate of adoption per innovation (RIA %) |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------|------|-----|-----------------------------------------|------|------|------|
|                                                                                                                         | Clu1                               | Clu2 | Clu3 | Tot | Clu1                                    | Clu2 | Clu3 | Tot  |
| Number of growers (n)                                                                                                   | 37                                 | 35   | 32   | 104 | 100                                     | 100  | 100  | 100  |
| <i>Nutrition</i>                                                                                                        |                                    |      |      |     |                                         |      |      |      |
| 1. Yearly leaf sampling (leaf 17 in plantations older than 4 years) between December and March for laboratory analysis. | 0                                  | 0    | 1    | 1   | 0.0                                     | 0.0  | 3.1  | 1.0  |
| 2. Soil sampling every three years between December and March for laboratory analysis                                   | 0                                  | 0    | 1    | 1   | 0.0                                     | 0.0  | 3.1  | 1.0  |
| 3. Application of organic fertilizer.                                                                                   | 1                                  | 0    | 3    | 4   | 2.7                                     | 0.0  | 9.4  | 3.8  |
| 4. Fertilization of soil in two or more applications                                                                    | 3                                  | 22   | 11   | 36  | 8.1                                     | 62.9 | 34.4 | 34.6 |
| <i>Plant health</i>                                                                                                     |                                    |      |      |     |                                         |      |      |      |
| 5. Monitoring for pests and diseases.                                                                                   | 2                                  | 3    | 10   | 15  | 5.4                                     | 8.6  | 31.3 | 14.4 |
| 6. Sanitary pruning according to plant age.                                                                             | 12                                 | 12   | 22   | 46  | 32.4                                    | 34.3 | 68.8 | 44.2 |
| <i>Sustainable management</i>                                                                                           |                                    |      |      |     |                                         |      |      |      |
| 7. Distribution of harvest residues for their incorporation into the soil (leaves and/or rachis)                        | 27                                 | 11   | 23   | 61  | 73.0                                    | 31.4 | 71.9 | 58.7 |
| 8. Production of organic fertilizers.                                                                                   | 0                                  | 2    | 2    | 4   | 0.0                                     | 5.7  | 6.3  | 3.8  |

| Category/Innovation                                                                   | Number of adoptions per innovation |      |      |     | Rate of adoption per innovation (RIA %) |      |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------|------|-----|-----------------------------------------|------|------|------|
|                                                                                       | Clu1                               | Clu2 | Clu3 | Tot | Clu1                                    | Clu2 | Clu3 | Tot  |
| 9. Use of soil conservation strategies (ground cover, barriers and/or weed residues). | 0                                  | 0    | 2    | 2   | 0.0                                     | 0.0  | 6.3  | 1.9  |
| <i>Plantation management</i>                                                          |                                    |      |      |     |                                         |      |      |      |
| 10. Plantation based on suitable design (density, slope and/or sunlight).             | 30                                 | 26   | 25   | 81  | 81.1                                    | 74.3 | 78.1 | 77.9 |
| 11. Weeding the area around palms two or more times a year.                           | 29                                 | 19   | 30   | 78  | 78.4                                    | 54.3 | 93.8 | 75.0 |
| 12. Weeding the area between rows two or more times a year.                           | 31                                 | 21   | 26   | 78  | 83.8                                    | 60.0 | 81.3 | 75.0 |
| 13. Maintenance pruning                                                               | 21                                 | 17   | 16   | 54  | 56.8                                    | 48.6 | 50.0 | 51.9 |
| 14. Intercropping                                                                     | 14                                 | 2    | 2    | 18  | 37.8                                    | 5.7  | 6.3  | 17.3 |
| 15. Plantation management based on agronomic management units.                        | 0                                  | 2    | 0    | 2   | 0.0                                     | 5.7  | 0.0  | 1.9  |
| <i>Administration</i>                                                                 |                                    |      |      |     |                                         |      |      |      |
| 16. Calendar of activities or processes.                                              | 0                                  | 0    | 2    | 2   | 0.0                                     | 0.0  | 6.3  | 1.9  |
| 17. Record of practices done (date, inputs and practice).                             | 2                                  | 1    | 6    | 9   | 5.4                                     | 2.9  | 18.8 | 8.7  |
| 18. Record of incomes and expenses of the production unit.                            | 2                                  | 0    | 8    | 10  | 5.4                                     | 0.0  | 25.0 | 9.6  |
| 19. Contract extension services.                                                      | 0                                  | 2    | 4    | 6   | 0.0                                     | 5.7  | 12.5 | 5.8  |
| 20. Field personnel training.                                                         | 1                                  | 0    | 5    | 6   | 2.7                                     | 0.0  | 15.6 | 5.8  |
| 21. Production census.                                                                | 0                                  | 0    | 6    | 6   | 0.0                                     | 0.0  | 18.8 | 5.8  |
| <i>Organization</i>                                                                   |                                    |      |      |     |                                         |      |      |      |
| 22. Consolidated buying.                                                              | 0                                  | 0    | 27   | 27  | 0.0                                     | 0.0  | 84.4 | 26.0 |
| 23. Consolidated sales to agroindustry.                                               | 1                                  | 20   | 25   | 46  | 2.7                                     | 57.1 | 78.1 | 44.2 |

| Category/Innovation                                                            | Number of adoptions per innovation |      |      |     | Rate of adoption per innovation (RIA %) |       |       |       |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------|------|-----|-----------------------------------------|-------|-------|-------|
|                                                                                | Clu1                               | Clu2 | Clu3 | Tot | Clu1                                    | Clu2  | Clu3  | Tot   |
| 24. Group services (technical or financial advice, among others).              | 1                                  | 17   | 29   | 47  | 2.7                                     | 48.6  | 90.6  | 45.2  |
| 25. Credit for plantation management.                                          | 0                                  | 10   | 1    | 11  | 0.0                                     | 28.6  | 3.1   | 10.6  |
| 26. Membership in an active economic organization.                             | 2                                  | 6    | 31   | 39  | 5.4                                     | 17.1  | 96.9  | 37.5  |
| 27. Grower-agroindustry connection scheme.                                     | 1                                  | 2    | 32   | 35  | 2.7                                     | 5.7   | 100.0 | 33.7  |
| <i>Harvest</i>                                                                 |                                    |      |      |     |                                         |       |       |       |
| 28. Harvest quality criteria specified by agro-industries.                     | 37                                 | 35   | 30   | 102 | 100.0                                   | 100.0 | 93.8  | 98.1  |
| 29. Scheduling harvest for collection and sale.                                | 6                                  | 31   | 27   | 64  | 16.2                                    | 88.6  | 84.4  | 61.5  |
| 30. Use of suitable tools for harvesting (Malay knife, “chuza”, among others). | 36                                 | 34   | 31   | 101 | 97.3                                    | 97.1  | 96.9  | 97.1  |
| 31. Gathering loose fruits.                                                    | 33                                 | 30   | 20   | 83  | 89.2                                    | 85.7  | 62.5  | 79.8  |
| 32. Harvesting considering criteria of fruit ripeness.                         | 37                                 | 35   | 32   | 104 | 100.0                                   | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| <i>Reproduction and genetics</i>                                               |                                    |      |      |     |                                         |       |       |       |
| 33. Knowledge and efficient exploitation of the crop’s productive potential.   | 0                                  | 6    | 0    | 6   | 0.0                                     | 17.1  | 0.0   | 5.8   |

## **CAPÍTULO 4. DIFERENCIACIÓN DE ESTRATEGIAS DE GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA COMO MECANISMO PARA POTENCIAR SU ADOPCIÓN**

### **4.1. INTRODUCCIÓN**

La difusión y adopción de innovaciones agrícolas son mecanismos considerados como alternativas que contribuyen a incrementar los niveles de rentabilidad en la producción de alimentos, también como herramientas para el alivio de la pobreza, generación de riqueza, empleo y para la conservación del medio ambiente; además, como una vía de desarrollo para hacer más eficientes las unidades de producción y alcanzar tasas rápidas y elevadas de crecimiento económico. La innovación en sí es considerada como un motor de la competitividad agroalimentaria (Hayami, 1969; Hayami y Ruttan, 1989; Muñoz *et al.*, 2007b; Perez, 2004; Schumpeter, 1935).

Cuando se habla de la adopción de innovaciones, por lo regular se asume que la innovación es sólo tecnológica. Pero desde una perspectiva más amplia, las innovaciones no sólo son tecnológicas sino también se refieren: *i.* A la forma en la que el productor vende o comercializa su producción; *ii.* A la organización con otros productores, por ejemplo para reducir costos de producción, gestión de créditos, acceso a los apoyos gubernamentales o financiamiento; *iii.* A la forma en la que administra su unidad de producción (UP), por ejemplo la contabilidad, el registro de actividades, calendarios administrativos y productivos, entre otros (COTEC, 2007; Klerkx *et al.*, 2010; Muñoz *et al.*, 2007a; OECD, 2005). En este sentido, la innovación puede clasificarse por el conocimiento que sustenta el cambio que conlleva la misma, pero también puede ser clasificado por su grado de novedad, en innovación incremental o radical. Las innovaciones incrementales son las mejoras sucesivas a los productos o procesos

existentes; y en contraste, las innovaciones radicales se refieren a la introducción de un producto o proceso realmente nuevo. En el sector agropecuario, las innovaciones incrementales son muy importantes porque a través de su adopción es que se logran obtener mejoras en la eficiencia técnica y productiva y por consiguiente, en la rentabilidad de las UP, en donde la experimentación y la acumulación de conocimiento y experiencia por parte de los productores tienen un papel importante, es decir, el conocimiento que sustenta la innovación es también acumulativo (Dosi, 1988; Cimoli y Dosi, 1995; Perez, 2004; Tidd *et al.*, 2005).

Sin embargo, diferentes estudios (Aguilar-Gallegos *et al.*, 2013; García *et al.*, 2011; Martínez-González *et al.*, 2011) han comprobado que existe un bajo nivel de adopción de innovaciones por parte de los productores agropecuarios y que estos bajos niveles están relacionados con escasos rendimientos y utilidades. Además, se ha demostrado (Aguilar *et al.*, 2013; Bozoğlu y Ceyhan, 2007; Hartwich *et al.*, 2007; Jara-Rojas *et al.*, 2012; Mariano *et al.*, 2012) que existen factores tanto internos como externos a las UP que afectan su adopción, y que van desde aspectos sociales, hasta el entorno institucional y político de la actividad productiva (Klerkx *et al.*, 2010), incluyendo a la innovación misma (Rogers, 2003) y la presencia de otros actores que facilitan los procesos de innovación como son los servicios de extensión (Clark, 2002; Isaac, 2012).

Bajo este contexto, algunos autores (Mariano *et al.*, 2012; Rogers, 2003) argumentan que la comprensión de los obstáculos y con ello los factores que intervienen en la adopción de innovaciones es un requisito previo para su difusión estratégica a nivel de las UP. En este sentido, este trabajo aporta conocimiento sobre los factores que influyen en la adopción a nivel de grupos de productores, ya que se considera que las innovaciones están asociadas al perfil de los productores, en donde éstos adoptan dependiendo de lo que mejor se adapta

(*best-fit*) a sus necesidades, por lo que un enfoque de “una sola talla para todos (*one-size-fit-all*)” (Birner *et al.*, 2009) no es adecuado. En este sentido, Aguilar-Gallegos *et al.* (2013), demostraron que entre grupos de productores existen diferencias estadísticamente significativas en sus niveles de innovación, medido a través del índice de adopción de innovaciones (INAI<sup>3</sup>), y además que las diferencias no sólo son en el INAI, sino también en las categorías de innovación que lo componen. Sin embargo, los autores recalcan en la importancia y la necesidad de analizar cuáles son las innovaciones con mayor o menor nivel de adopción en cada grupo de productores. Este artículo contribuye también a llenar esa brecha de conocimiento al lograr identificar las innovaciones específicas que están contribuyendo a la generación de valor en cada grupo y con ello se proponen estrategias diferenciadas para promover su adopción.

En suma, el presente estudio busca identificar las innovaciones que contribuyen a la generación de valor económico y su relación con otras variables propias de los productores de palma de aceite, de sus UP y de los vínculos que establecen con sus pares y con otros actores relevantes, como son los extensionistas, aplicando un análisis canónico discriminante. Ello con la finalidad de proponer estrategias diferenciadas de gestión de la innovación por grupo de productores encaminadas a incrementar los niveles de adopción. Este artículo está organizado de la siguiente forma. La Sección 2, provee la descripción de los datos obtenidos de los productores de palma de aceite y los métodos de análisis utilizados. Se sigue con la presentación de los resultados, que son discutidos con la ayuda de otros estudios y destacando los principales hallazgos (Sección 3). Finalmente se

---

<sup>3</sup> Para conocer la metodología de cálculo del INAI, consultar a Muñoz *et al.* (2007a).

presentan las conclusiones, focalizando sobre sus implicaciones de política pública (Sección 4).

## 4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.2.1. Colecta de datos y variables de estudio

Se parte de la base de datos construida por Aguilar-Gallegos *et al.* (2013) con variables de 104 productores de palma de aceite. Las variables utilizadas en este estudio se describen en el Cuadro 4-1, así como los principales estadísticos descriptivos sobre diversas características de los productores.

**Cuadro 4-1. Definición de las variables obtenidas a partir de 104 productores de palma de aceite.**

| Variables                            | Tipo <sup>§</sup> | Definición                                                                                   | Media | D.E. <sup>¶</sup> |
|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|
| <i>Características del productor</i> |                   |                                                                                              |       |                   |
| Género                               | D                 | 1 si el productor es mujer, 0 cuando es hombre                                               | 0.14  | ---               |
| Edad                                 | C                 | Edad del productor en años                                                                   | 58.49 | 12.67             |
| Escolaridad                          | C                 | Escolaridad efectiva del productor en años                                                   | 6.02  | 4.77              |
| Experiencia                          | C                 | Años que el productor tiene realizando la actividad productiva                               | 11.91 | 1.61              |
| <i>Percepción del productor</i>      |                   |                                                                                              |       |                   |
| Estatus de la actividad              | D                 | 1 si el productor consideraba que estaba creciendo/consolidada, 0 para decreciendo/estancada | 0.87  | ---               |
| Importancia de la actividad          | D                 | 1 si el productor se dedica de tiempo completo, 0 si es una actividad complementaria         | 0.29  | ---               |



| <b>Variables</b>                                 | <b>Tipo<sup>s</sup></b> | <b>Definición</b>                                                                                                  | <b>Media</b> | <b>D.E.<sup>¶</sup></b> |
|--------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------|
| Proporción de los ingresos                       | D                       | 1 si el productor obtiene igual o más del 50% de sus ingresos de la actividad productiva, 0 si es menor del 50%    | 0.69         | ---                     |
| <i>De la unidad de producción</i>                |                         |                                                                                                                    |              |                         |
| Superficie en producción                         | C                       | Hectáreas de palma de aceite que el productor posee en producción                                                  | 5.54         | 7.26                    |
| Superficie en desarrollo                         | C                       | Hectáreas de palma de aceite que el productor posee en desarrollo                                                  | 3.16         | 7.44                    |
| Superficie total                                 | C                       | Hectáreas totales que posee el productor, incluye palma de aceite y otras actividades                              | 26.01        | 40.89                   |
| Superficie de la plantación                      | C                       | Suma de la superficie en producción más superficie en desarrollo, en hectáreas                                     | 8.71         | 11.75                   |
| Proporción de la plantación en producción        | C                       | Porcentaje de la plantación que se encuentra en producción                                                         | 78.98        | 27.56                   |
| Proporción de la superficie total con plantación | C                       | Porcentaje de la superficie total que posee el productor sembrada con palma de aceite                              | 45.69        | 31.20                   |
| <i>Adopción de innovaciones</i>                  |                         |                                                                                                                    |              |                         |
| Desde Inn01 hasta Inn33                          | D                       | 33 innovaciones codificadas como 1 cuando el productor adopta la innovación, 0 si no la adopta                     | ---          | ---                     |
| <i>Red de innovación</i>                         |                         |                                                                                                                    |              |                         |
| Grado de salida                                  | C                       | Número de vínculos que el productor establece para la búsqueda de información y conocimiento                       | 0.90         | 0.82                    |
| Grado de entrada                                 | C                       | Número de vínculos recibidos por el productor provenientes de sus pares, como fuente de información y conocimiento | 0.34         | 1.23                    |

| Variables                                   | Tipo <sup>§</sup> | Definición                                                                                                                                         | Media     | D.E. <sup>¶</sup> |
|---------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| Vínculo con la AGI                          | D                 | 1 cuando el productor tiene un vínculo profesional, es decir está vinculado con la Agencia de Gestión de la Innovación (AGI), 0 cuando no lo está. | 0.34      | ---               |
| <i>Indicadores productivos y económicos</i> |                   |                                                                                                                                                    |           |                   |
| Rendimiento                                 | C                 | Producción obtenida en el ciclo productivo en toneladas por hectárea                                                                               | 12.83     | 5.33              |
| Precio de venta                             | C                 | Precio de venta promedio en el ciclo productivo en pesos por tonelada                                                                              | 1,389.78  | 180.65            |
| Ingreso bruto                               | C                 | Resultado de multiplicar el rendimiento por el precio de venta, en pesos por hectárea                                                              | 17,926.60 | 8,387.12          |

<sup>§</sup> Tipo de variables: C=Variable continua; D=Variable dicotómica.

<sup>¶</sup> D.E.: desviación estándar, sólo se presenta para las variables continuas.

#### 4.2.2. Adopción de innovaciones por grupo de productores

Dependiendo de sus características, las 33 innovaciones fueron clasificadas en ocho categorías que son *i.* Nutrición; *ii.* Sanidad; *iii.* Manejo sostenible; *iv.* Manejo y establecimiento de la plantación; *v.* Administración; *vi.* Organización; *vii.* Cosecha y; *viii.* Reproducción y genética (ver primer columna del Cuadro 4-2). Es de notar que las innovaciones no sólo se refieren a la incorporación de nuevas tecnologías en las UP, sino también a la forma de vender y comprar, a la organización entre productores, a la administración de la UP, al acceso a mercados, al cuidado del ambiente, entre otras.

Aguilar-Gallegos *et al.* (2013) usaron las 33 innovaciones para calcular distancias euclidianas al cuadrado y aplicaron un análisis de agrupamiento de mínima varianza de

Ward para definir tres grupos de productores. En el presente artículo se toman estos grupos constituidos por: Grupo 1, 37 productores; el Grupo 2, por 35 y; el Grupo 3, por 32.

Partiendo de estas agrupaciones, se procedió a analizar las diferencias que existen en los niveles de adopción de las 33 innovaciones entre los tres grupos a través de pruebas de Ji-Cuadrada ( $\chi^2$ ). Con esta prueba se identificaron y posteriormente se seleccionaron cuáles son las innovaciones que hacen diferentes a los grupos según su proporción de adopción.

#### **4.2.3. Análisis multivariado**

A partir de los grupos formados y con la selección de las innovaciones que realmente son diferentes en adopción e incorporando las variables definidas en el Cuadro 4-1, se realizó un análisis canónico discriminante. Se utiliza el análisis discriminante porque facilita el estudio de las diferencias entre dos o más grupos, permitiendo identificar dimensiones en función de las cuales difieren los grupos (Pérez, 2004), en nuestro caso los grupos de productores de palma de aceite.

A través de este análisis, se busca encontrar la combinación lineal de las variables independientes que diferencian de la mejor manera a los grupos o niveles que la variable dependiente tiene. De esta forma, cuando se encuentra la función, ésta se puede utilizar para clasificar nuevos elementos o individuos, es decir, la función ayudaría a pronosticar el grupo de pertenencia de un nuevo elemento (De la Garza *et al.*, 2013).

Además, con este análisis se logran identificar las variables que discriminan a los grupos y con ello se encontró la relación existente entre las mismas. Aquellas variables que fueron calculadas a partir de otras, fueron utilizadas en lugar de las originales; por ejemplo, la proporción de la plantación en producción, se introdujo al análisis en lugar de la superficie

en producción y la superficie en desarrollo. Las variables discriminantes se identificaron a través de la estructura canónica total, esperando que no sólo se refirieran a la adopción de innovaciones sino a otras muy relacionadas con la misma adopción y la formación de los grupos de productores.

Debido a que la estructura canónica total se puede utilizar para predecir la pertenencia de un nuevo productor a uno de los tres grupos definidos, dicha estructura se puede utilizar para identificar las variables que son más significativas y que se podrían dinamizar o modificar para incrementar la posibilidad de que un productor pase de un grupo de menor nivel a otro de mayor jerarquía.

Para visualizar los grupos de productores, se utilizaron las funciones canónicas y se calcularon para cada uno de los productores sus puntuaciones canónicas estandarizadas. Con estos últimos datos, se realizó una prueba de comparación de medias para verificar si los grupos formados eran diferentes. Todos los análisis se realizaron con el programa SAS, versión 9.0 (SAS, 2004).

### **4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.3.1. Diferencias en la adopción de innovaciones**

De las 33 innovaciones analizadas, 21 mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.1$ ), es decir, las proporciones de productores que adoptan cada innovación son diferentes entre los grupos definidos (Cuadro 4-2), lo cual muestra la importancia de hacer recomendaciones sobre su difusión considerando las diferencias entre los productores. Köbrich *et al.* (2003) afirman que los esquemas de clasificación de productores pueden ser instrumentos fiables para emitir recomendaciones, ya que si bien no hay UP que tenga los mismos recursos y problemas, se pueden aplicar herramientas

que permitan formar grupos homogéneos y, así implementar estrategias diferenciadas de gestión de la innovación.

De las ocho categorías de innovación, se encontró por lo menos una innovación en cada una de ellas con diferencias significativas (Cuadro 4-2). La categoría con el mayor número de innovaciones adoptadas en diferentes proporciones por los productores fue la de Organización, en donde por lo general los productores del Grupo 3 (G3) adoptan más innovaciones en comparación con los otros grupos. Por otra parte, aunque en la mayoría de las innovaciones la proporción más grande de adopción está en los productores del G3, existen innovaciones que adoptan en mayor medida los del Grupo 2 (G2), como es la 4. Fertilización al suelo en dos o más aplicaciones, entre otras. De la misma forma, los productores del Grupo 1 (G1) adoptan en mayor proporción innovaciones de tipo básicas que buscan la diversificación del cultivo y además tienen como finalidad obtener más recursos de la plantación, tales como la 14. Cultivos intercalados, y la 31. Recolecta frutos desgranados (Cuadro 4-2).

Doce innovaciones no fueron significativas según su nivel de adopción entre los tres grupos, por lo cual no se incluyeron en el análisis canónico discriminante. Consideramos que estas innovaciones no fueron significativas por alguna de las siguientes razones: *i.* No son relevantes para los productores o no se adaptan a sus necesidades; *ii.* Algunas de ellas han sido adoptadas casi por la mayoría de los productores, lo cual implica dejar de llamarlas innovaciones pues no tienen el grado de novedad dentro del sistema en el cual se adoptan (ver OECD, 2005; Rogers, 2003); *iii.* Todavía no están lo suficientemente difundidas dentro de la red de productores como para que se inicie un proceso de difusión entre los productores (ver Valente, 1996).

**Cuadro 4-2. Frecuencia absoluta y relativa de adoptantes dentro de cada grupo de productores.**

| Categoría/Innovación                                                                                                                   | Grupo 1 |      | Grupo 2 |      | Grupo 3 |      | $\chi^2$ | p≤    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------|---------|------|---------|------|----------|-------|
|                                                                                                                                        | (n=37)  |      | (n=35)  |      | (n=32)  |      |          |       |
|                                                                                                                                        | Frec.   | %    | Frec.   | %    | Frec.   | %    |          |       |
| Nutrición                                                                                                                              |         |      |         |      |         |      |          |       |
| 1. Toma de muestras foliares (hoja 17 en plantaciones mayores de 4 años) anuales entre diciembre y marzo para análisis de laboratorio. | 0       | 0.0  | 0       | 0.0  | 1       | 3.1  | 2.272    | 0.321 |
| 2. Toma de muestras de suelo cada tres años entre diciembre y marzo para análisis de laboratorio.                                      | 0       | 0.0  | 0       | 0.0  | 1       | 3.1  | 2.272    | 0.321 |
| 3. Aplicación de abonos orgánicos.                                                                                                     | 1       | 2.7  | 0       | 0.0  | 3       | 9.4  | 4.176    | 0.124 |
| 4. Fertilización al suelo en dos o más aplicaciones.                                                                                   | 3       | 8.1  | 22      | 62.9 | 11      | 34.4 | 23.821   | 0.000 |
| Sanidad                                                                                                                                |         |      |         |      |         |      |          |       |
| 5. Monitoreo de plagas y enfermedades.                                                                                                 | 2       | 5.4  | 3       | 8.6  | 10      | 31.3 | 10.749   | 0.005 |
| 6. Efectúa podas sanitarias de acuerdo a la edad de la planta.                                                                         | 12      | 32.4 | 12      | 34.3 | 22      | 68.8 | 11.290   | 0.004 |
| Manejo sostenible                                                                                                                      |         |      |         |      |         |      |          |       |
| 7. Distribución de residuos de cosecha para su incorporación natural al suelo (hoja y/o raquis).                                       | 27      | 73.0 | 11      | 31.4 | 23      | 71.9 | 16.132   | 0.000 |
| 8. Producción de abonos orgánicos.                                                                                                     | 0       | 0.0  | 2       | 5.7  | 2       | 6.3  | 2.310    | 0.315 |
| 9. Emplea estrategias de conservación de suelo (coberteras, barreras y/o residuos de maleza).                                          | 0       | 0.0  | 0       | 0.0  | 2       | 6.3  | 4.588    | 0.101 |

| Categoría/Innovación                                                            | Grupo 1 |      | Grupo 2 |      | Grupo 3 |      | χ²     | p≤    |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|------|---------|------|---------|------|--------|-------|
|                                                                                 | (n=37)  |      | (n=35)  |      | (n=32)  |      |        |       |
|                                                                                 | Frec.   | %    | Frec.   | %    | Frec.   | %    |        |       |
| Manejo y establecimiento de la plantación                                       |         |      |         |      |         |      |        |       |
| 10. Plantación con base a diseño, acorde a densidad, pendiente y/o luminosidad. | 30      | 81.1 | 26      | 74.3 | 25      | 78.1 | 0.484  | 0.785 |
| 11. Limpieza de cajetes dos o más veces al año.                                 | 29      | 78.4 | 19      | 54.3 | 30      | 93.8 | 14.235 | 0.001 |
| 12. Limpieza de interlineas dos o más veces al año.                             | 31      | 83.8 | 21      | 60.0 | 26      | 81.3 | 6.389  | 0.041 |
| 13. Efectúa podas de mantenimiento.                                             | 21      | 56.8 | 17      | 48.6 | 16      | 50.0 | 0.551  | 0.759 |
| 14. Cultivos intercalados.                                                      | 14      | 37.8 | 2       | 5.7  | 2       | 6.3  | 16.917 | 0.000 |
| 15. Manejo de la plantación en base a unidades de manejo agronómico.            | 0       | 0.0  | 2       | 5.7  | 0       | 0.0  | 4.020  | 0.134 |
| Administración                                                                  |         |      |         |      |         |      |        |       |
| 16. Cuenta con un calendario de actividades/procesos.                           | 0       | 0.0  | 0       | 0.0  | 2       | 6.3  | 4.588  | 0.101 |
| 17. Registra las prácticas efectuadas (fecha, insumos y práctica).              | 2       | 5.4  | 1       | 2.9  | 6       | 18.8 | 6.108  | 0.047 |
| 18. Registra los ingresos y egresos de la unidad de producción.                 | 2       | 5.4  | 0       | 0.0  | 8       | 25.0 | 13.193 | 0.001 |
| 19. Contrata asistencia técnica/consultoría.                                    | 0       | 0.0  | 2       | 5.7  | 4       | 12.5 | 4.932  | 0.085 |
| 20. Capacita al personal de campo.                                              | 1       | 2.7  | 0       | 0.0  | 5       | 15.6 | 8.501  | 0.014 |
| 21. Censo de producción.                                                        | 0       | 0.0  | 0       | 0.0  | 6       | 18.8 | 14.327 | 0.001 |
| Organización                                                                    |         |      |         |      |         |      |        |       |

| Categoría/Innovación                                                                             | Grupo 1<br>(n=37) |       | Grupo 2<br>(n=35) |       | Grupo 3<br>(n=32) |       | $\chi^2$ | p≤           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|-------------------|-------|-------------------|-------|----------|--------------|
|                                                                                                  | Frec.             | %     | Frec.             | %     | Frec.             | %     |          |              |
| 22. Efectúa compras consolidadas.                                                                | 0                 | 0.0   | 0                 | 0.0   | 27                | 84.4  | 82.052   | <b>0.000</b> |
| 23. Efectúa ventas consolidadas con la agroindustria.                                            | 1                 | 2.7   | 20                | 57.1  | 25                | 78.1  | 43.137   | <b>0.000</b> |
| 24. Recibe servicios de manera grupal (asesoría, financiera, entre otras).                       | 1                 | 2.7   | 17                | 48.6  | 29                | 90.6  | 53.798   | <b>0.000</b> |
| 25. Recibe créditos para el manejo de la plantación.                                             | 0                 | 0.0   | 10                | 28.6  | 1                 | 3.1   | 18.237   | <b>0.000</b> |
| 26. Pertenece a alguna organización económica activa.                                            | 2                 | 5.4   | 6                 | 17.1  | 31                | 96.9  | 70.583   | <b>0.000</b> |
| 27. Cuenta con un esquema de articulación con la agroindustria de manera grupal.                 | 1                 | 2.7   | 2                 | 5.7   | 32                | 100.0 | 91.197   | <b>0.000</b> |
| <i>Cosecha</i>                                                                                   |                   |       |                   |       |                   |       |          |              |
| 28. Efectúa cosecha considerando criterios de calidad específicos por la agroindustrias.         | 37                | 100.0 | 35                | 100.0 | 30                | 93.8  | 4.588    | 0.101        |
| 29. La cosecha se efectúa de manera programada para su colecta y venta.                          | 6                 | 16.2  | 31                | 88.6  | 27                | 84.4  | 49.968   | <b>0.000</b> |
| 30. Utiliza herramienta adecuada para efectuar la cosecha (cuchillo malayo, chuza, entre otras). | 36                | 97.3  | 34                | 97.1  | 31                | 96.9  | 0.011    | 0.994        |
| 31. Recolecta frutos desgranados.                                                                | 33                | 89.2  | 30                | 85.7  | 20                | 62.5  | 8.727    | <b>0.013</b> |
| 32. Efectúa la cosecha considerando los criterios de madurez del fruto.                          | 37                | 100.0 | 35                | 100.0 | 32                | 100.0 | ---      | ---          |
| <i>Reproducción y genética</i>                                                                   |                   |       |                   |       |                   |       |          |              |



| Categoría/Innovación                                                           | Grupo 1<br>(n=37) |     | Grupo 2<br>(n=35) |      | Grupo 3<br>(n=32) |     | $\chi^2$ | p≤           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----|-------------------|------|-------------------|-----|----------|--------------|
|                                                                                | Frec.             | %   | Frec.             | %    | Frec.             | %   |          |              |
| 33. Conocimiento y explotación eficiente del potencial productivo del cultivo. | 0                 | 0.0 | 6                 | 17.1 | 0                 | 0.0 | 12.553   | <b>0.002</b> |

Frecuencia absoluta (Frec) y relativa (%) de adoptantes dentro de cada grupo de productores. Los datos marcados en negritas muestran diferencias estadísticamente significativas, al menos con  $p \leq 0.1$ , según prueba de Ji-Cuadrada ( $\chi^2$ ).

#### 4.3.2. Variables discriminantes relacionadas con los grupos de productores

Con los tres grupos de productores definidos por Aguilar-Gallegos *et al.* (2013) y con la determinación de las innovaciones que son estadísticamente diferentes entre los grupos (Cuadro 4-2), se utilizó el análisis canónico discriminante para identificar las variables que realmente contribuyen a caracterizar a los productores de cada grupo. Para ello, además de las 21 innovaciones seleccionadas, se incluyeron las variables definidas en la sección de colecta de datos y variables de estudio.

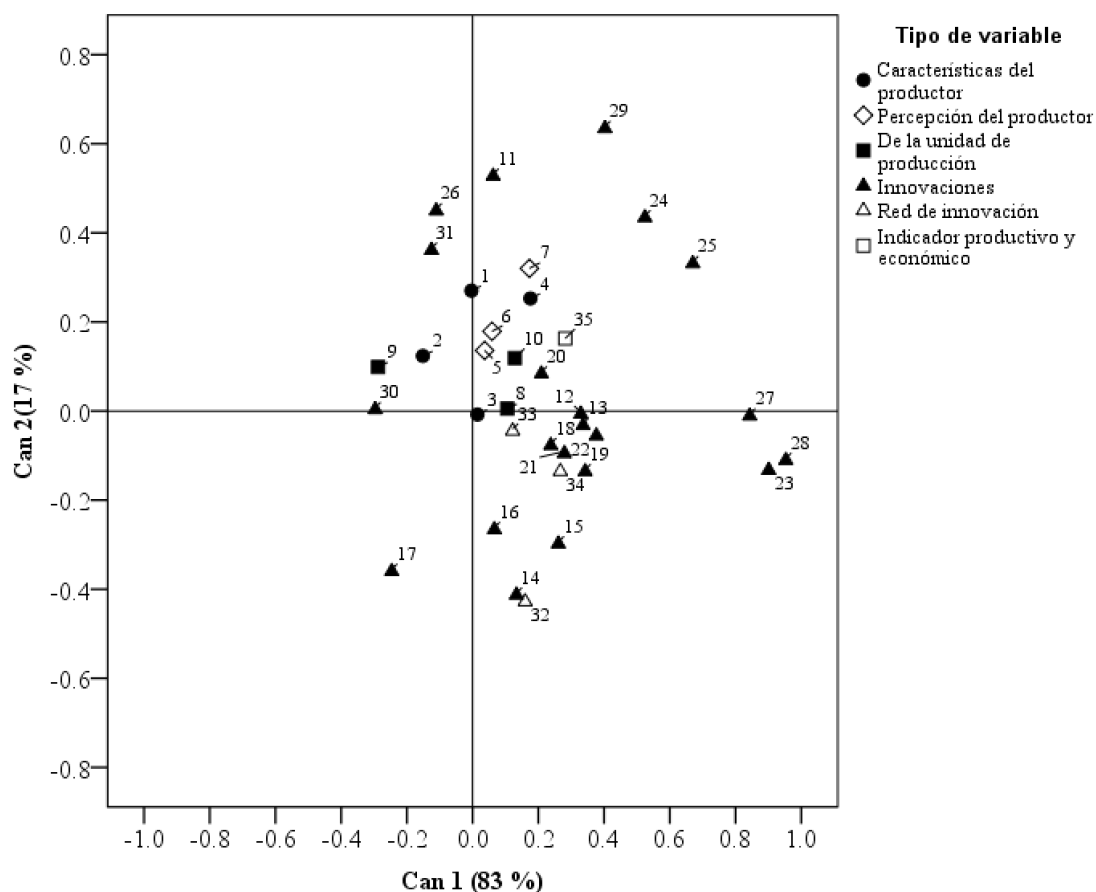
Con la representación bidimensional de las dos estructuras canónicas (Figura 4-1), se encontró sobre el eje horizontal al Can 1 y sobre el eje vertical al Can 2. Del origen a la derecha se tiene a las variables que explican de manera positiva su relación con el Can 1 y a la izquierda quedarían aquellas variables que son negativas. De la misma manera, del origen hacia arriba están las variables que tienen una relación positiva con el Can 2 y hacia abajo están las variables que están relacionadas de manera negativa con el Can 2. Aunque se menciona la relación positiva o negativa en el eje del Can 1 y Can 2, se debe tener en cuenta también el signo de la variable resultante en la estructura canónica total (Cuadro 4-3).

**Cuadro 4-3. Estructura canónica total del análisis canónico discriminante con 35 variables de 104 productores de palma de aceite.**

| <b>Número de la variable</b> | <b>Variable</b>                                                                                      | <b>Can 1</b>     | <b>Can 2</b>     |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| 1                            | Género                                                                                               | -0.003942        | <b>0.270197</b>  |
| 2                            | Edad                                                                                                 | -0.151312        | 0.123790         |
| 3                            | Escolaridad                                                                                          | 0.014365         | -0.007725        |
| 4                            | Experiencia                                                                                          | <b>0.175909</b>  | <b>0.252862</b>  |
| 5                            | Estatus de la actividad                                                                              | 0.036397         | 0.136041         |
| 6                            | Importancia de la actividad                                                                          | 0.058896         | <b>0.178942</b>  |
| 7                            | Proporción de los ingresos                                                                           | <b>0.172725</b>  | <b>0.320261</b>  |
| 8                            | Superficie de la plantación                                                                          | 0.105399         | 0.005369         |
| 9                            | Prop. de la plantación en producción                                                                 | <b>-0.287812</b> | 0.098863         |
| 10                           | Prop. de la superficie total con plantación                                                          | 0.128484         | 0.118878         |
| 11                           | Inn04. Fertilización al suelo en dos o más aplicaciones.                                             | 0.062428         | <b>0.527557</b>  |
| 12                           | Inn05. Monitoreo de plagas y enfermedades.                                                           | <b>0.329048</b>  | -0.006423        |
| 13                           | Inn06. Efectúa podas sanitarias de acuerdo a la edad de la planta.                                   | <b>0.335984</b>  | -0.032072        |
| 14                           | Inn07. Distribución de residuos de cosecha para su incorporación natural al suelo (hoja y/o raquis). | 0.133286         | <b>-0.413100</b> |
| 15                           | Inn11. Limpieza de cajetes dos o más veces al año.                                                   | <b>0.260987</b>  | <b>-0.297941</b> |
| 16                           | Inn12. Limpieza de interlineas dos o más veces al año.                                               | 0.066181         | <b>-0.265927</b> |
| 17                           | Inn14. Cultivos intercalados.                                                                        | <b>-0.246242</b> | <b>-0.359780</b> |
| 18                           | Inn17. Registra las prácticas efectuadas (fecha, insumos y práctica).                                | <b>0.237648</b>  | -0.077268        |

| <b>Número de la variable</b> | <b>Variable</b>                                                                     | <b>Can 1</b>     | <b>Can 2</b>     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|
| 19                           | Inn18. Registra los ingresos y egresos de la unidad de producción.                  | <b>0.342415</b>  | -0.135943        |
| 20                           | Inn19. Contrata asistencia técnica/consultoría.                                     | <b>0.209237</b>  | 0.083496         |
| 21                           | Inn20. Capacita al personal de campo.                                               | <b>0.279217</b>  | -0.095181        |
| 22                           | Inn21. Censo de producción.                                                         | <b>0.376485</b>  | -0.055440        |
| 23                           | Inn22. Efectúa compras consolidadas.                                                | <b>0.900993</b>  | -0.132677        |
| 24                           | Inn23. Efectúa ventas consolidadas con la agroindustria.                            | <b>0.524212</b>  | <b>0.434050</b>  |
| 25                           | Inn24. Recibe servicios de manera grupal (asesoría, financiera, entre otras).       | <b>0.670063</b>  | <b>0.331193</b>  |
| 26                           | Inn25. Recibe créditos para el manejo de la plantación.                             | -0.110703        | <b>0.449609</b>  |
| 27                           | Inn26. Pertenece a alguna organización económica activa.                            | <b>0.843246</b>  | -0.011094        |
| 28                           | Inn27. Cuenta con un esquema de articulación con la agroindustria de manera grupal. | <b>0.953142</b>  | -0.110631        |
| 29                           | Inn29. La cosecha se efectúa de manera programada para su colecta y venta.          | <b>0.402523</b>  | <b>0.634393</b>  |
| 30                           | Inn31. Recolecta frutos desgranados.                                                | <b>-0.296512</b> | 0.003290         |
| 31                           | Inn33. Conocimiento y explotación eficiente del potencial productivo del cultivo.   | -0.125259        | <b>0.361368</b>  |
| 32                           | Grado de salida                                                                     | 0.159875         | <b>-0.428017</b> |
| 33                           | Grado de entrada                                                                    | 0.121786         | -0.044761        |
| 34                           | Vínculo con la AGI                                                                  | <b>0.266875</b>  | -0.135337        |
| 35                           | Ingreso bruto                                                                       | <b>0.281892</b>  | <b>0.162916</b>  |
|                              | Varianza Aportada                                                                   | 0.8309           | 0.1691           |
|                              | Varianza Acumulada                                                                  | 0.8309           | 1.0000           |

Los datos marcados en negritas son las variables consideradas como discriminantes (más significativas) en cada una de las estructuras canónicas totales.



La referencia completa de cada variable, identificada por número, se encuentra en el Cuadro 4-3.

**Figura 4-1. Estructura canónica total del análisis canónico discriminante.**

De esta manera, se encontró que 21 variables ayudan a explicar la estructura canónica 1 (Can 1) y 16 variables explican la estructura canónica 2 (Can 2) y cinco variables son las que no muestran una relación importante para discriminar a los grupos en ninguna estructura canónica (Cuadro 4-3). Expresando las estructuras canónicas de manera gráfica, en la Figura 4-1 se aprecia que existen dos variables de las características del productor (género y experiencia) que ayudan a diferenciar a los productores en el Can 2, la

experiencia también explica el Can 1. Con ello se puede afirmar que al incrementar la experiencia del productor, éste tiende a adoptar más y mejores innovaciones. En varios estudios empíricos se ha demostrado que la experiencia del productor está relacionada con mayores eficiencias productivas (Bozoğlu y Ceyhan, 2007), permanencia de los proyectos productivos y mejor estatus (creciendo/consolidados) de los mismos (Martínez-González *et al.*, 2013), diversificación de especies hortícolas junto con la preservación de conocimiento y prácticas tradicionales (Eyssartier *et al.*, 2011) y además, influye positivamente en la adopción de innovaciones (Aguilar *et al.*, 2013). Es decir, la experiencia y aptitudes de los individuos facilitan los procesos de innovación (Nagles, 2007). Sin embargo, aunque aparentemente la experiencia propia del productor es una variable no tan fácil de modificar, pues depende del número de años que tiene el productor desarrollando su actividad productiva, es posible reducir la curva de aprendizaje y adquisición de experiencia a través de la interacción con otros productores y el establecimiento de vínculos con fuentes profesionales de información y conocimiento.

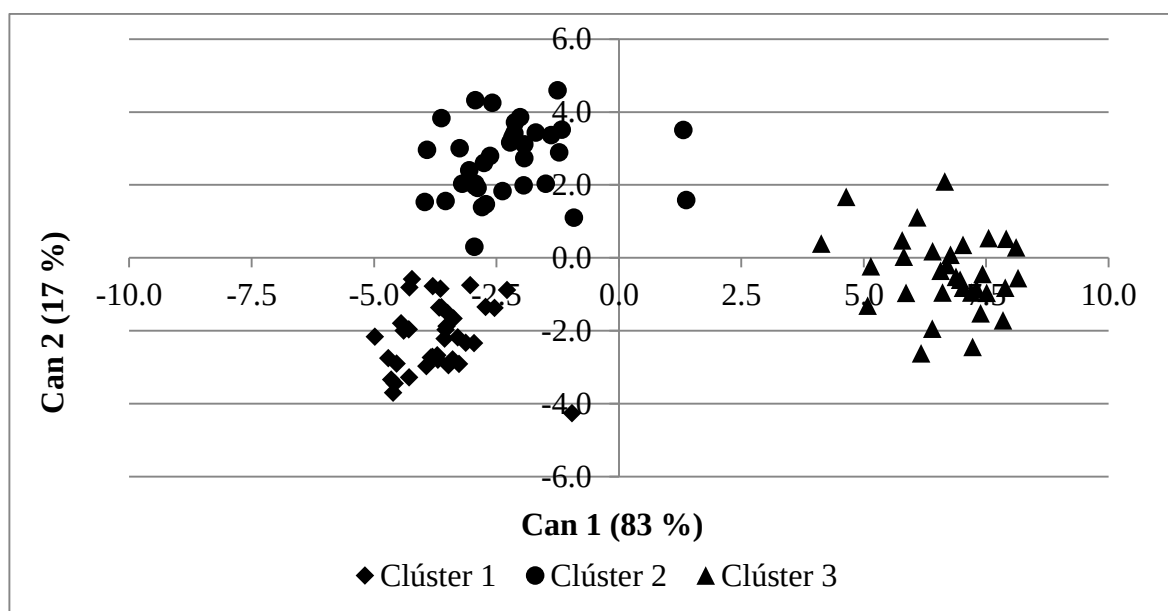
En adición a lo anterior, en el Can 2 sólo la variable de proporción de los ingresos provenientes de la actividad resulta significativa. En cuanto a las variables referentes a la UP, sólo la proporción en producción de la superficie de la plantación participa dentro del Can 1. Por su parte, de las 21 innovaciones, existen algunas que contribuyen de manera importante a explicar el Can 1 y otras para el Can 2, incluso existen cinco innovaciones (Inn11, 14, 23, 24 y, 29) que contribuyen a ambas estructuras canónicas (Cuadro 4-3).

En cuanto a la red de innovación, la variable grado de salida es importante en el Can 2 y el vínculo con la AGI en el Can 1, lo cual confirma que al estar vinculado con una fuente de información profesional, el productor tiende a adoptar más innovaciones. Además, cuando el productor tiene mayor número de vínculos, sobretodo con fuentes profesionales

de información y conocimiento, los beneficios de la innovación aumentan, lo cual destaca la importancia de incentivar la interacción entre los actores. Simpson *et al.* (2011a), argumentan que la magnitud de los beneficios de los actores presentes en una red, dependerán del número de vínculos y la posición del actor al que estén vinculados. Además, se ha destacado que los actores con menor número de vínculos tienen más incentivos a formar nuevos vínculos con actores mejor articulados y así adquirir nueva información y conocimiento que se encuentra dentro de la estructura de la red (Simpson *et al.*, 2011b). Sin embargo, la interacción entre productores y con ello el incremento de los vínculos en su red, se debe impulsar a partir de la selección adecuada de los que estén mejor conectados, aumentando de esta manera la probabilidad de que la información vertida al sistema de innovación sea difundida al resto de los productores con los cuales están conectados. Iribarren y Moro (2011), indican que existe una correlación positiva entre mayor nivel de conexión de un actor dentro de la red y la probabilidad de transmitir y propagar información. Es por ello que coincidimos en que las redes de intercambio de información, en este caso las integradas entre productores de palma de aceite, junto con otros actores como los extensionistas (AGI), juegan un papel importante en la difusión de innovaciones (Narayanam y Narahari, 2011) y por tanto, deben ser utilizadas como eje estratégico para incrementar los niveles de adopción.

Por último, es interesante observar que la variable ingreso bruto de la actividad productiva ayuda a discriminar y explicar ambas estructuras canónicas, es decir, en cada estructura canónica existen innovaciones que al ser adoptadas están generando mayor valor económico para los productores, lo cual brinda elementos para argumentar que existe una relación directa entre el nivel de ingreso proveniente de la actividad y la adopción de innovaciones.

Con los resultados descritos anteriormente y al relacionar la Figura 4-1 con la Figura 4-2, tenemos que las variables más significativas encontradas en el Can 1 diferencian la formación de los tres grupos de productores sobre el eje horizontal; de la misma forma, las variables más significativas en el Can 2 diferencian a los tres grupos sobre el eje vertical. Es decir, las puntuaciones canónicas de los productores, a partir de las funciones canónicas discriminantes (FCD), tienen diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ) entre los grupos (Cuadro 4-4).



**Figura 4-2. Representación bidimensional de las puntuaciones canónicas de 104 productores de palma de aceite.**

**Cuadro 4-4. Comparación de medias de las puntuaciones canónicas estandarizadas de las dos funciones canónicas discriminantes (FCD) con respecto a los grupos obtenidos.**

| Grupo de productores | FCD1      |            | FCD2      |            |
|----------------------|-----------|------------|-----------|------------|
|                      | Media     | Desv. Est. | Media     | Desv. Est. |
| Grupo 1              | -3.6834 a | 0.7842     | -2.1719 a | 0.9229     |
| Grupo 2              | -2.2276 b | 1.1880     | 2.6706 c  | 1.0192     |
| Grupo 3              | 6.6954 c  | 0.9979     | -0.4097 b | 1.0628     |

Diferentes literales por columna indican diferencia estadísticamente significativas ( $p < 0.01$ ) según prueba de Scheffé.

#### 4.3.3. Estrategias diferenciadas para incrementar los niveles de adopción

Los resultados encontrados muestran que los productores tienden a crear mayor valor económico, es decir mayor ingreso bruto (\$ ha<sup>-1</sup>), cuando éstos aumentan sus niveles de innovación, principalmente bajo dos tipos de escenarios que dependerán del grupo al cual pertenezcan.

**Primer escenario:** Para lograr que los productores del grupo 1 transiten al grupo 2, se deberá implementar una estrategia que considere: *i.* Adoptar las innovaciones más discriminantes que estén tanto en el Can 1 como en el Can 2; *ii.* Adoptar aquellas que sólo están en el Can 2, pero considerando sólo las innovaciones que tienen coeficientes positivos y; *iii.* No dejar de adoptar las innovaciones que tienen coeficientes negativos en el Can 2, como la Inn07, referida a la distribución de residuos de cosecha para su incorporación natural al suelo. Por tanto, los productores del grupo 1 deberán trabajar para adoptar innovaciones como la venta consolidada de la producción con la agroindustria, gestionar servicios de manera grupal como asesoría técnica y el financiamiento, recibir



créditos para el manejo de la plantación, fertilizar la plantación en dos o más aplicaciones, entre otras.

**Segundo escenario.** Para que los productores del grupo 2 transiten hacia el grupo 3, la estrategia consistiría en: *i.* Adoptar las innovaciones más discriminantes que estén tanto en el Can 1 como en el Can 2; *ii.* Adoptar aquellas que sólo están en el Can 1, pero considerando sólo las innovaciones que tienen coeficientes positivos y; *iii.* Incrementar la adopción de las innovaciones más significativas en el Can 2 pero que tienen coeficientes negativos como la Inn12, referida a la limpieza de interlineas dos o más veces al año. Es decir, estos productores deberían optar por la articulación con la agroindustria, efectuar compras consolidadas entre productores y otras más relacionadas a la organización gremial y a la administración de la UP, pero además incrementar la poda sanitaria de acuerdo a la edad de la plantación, realizar monitoreo de plagas y enfermedades, limpiar los cajetes dos o más veces al año y capacitar al personal de campo.

Los resultados encontrados también sugieren la importancia de incrementar y mejorar los vínculos para acceder a información y conocimiento, al aumentar los grados de salida, sobretodo en los productores del grupo 2, y segundo incrementar la proporción de productores conectados con un actor profesional que posea información y conocimiento, como la AGI, esto tanto para el grupo 1 como en el grupo 2. Esto tiene relación con los argumentos de autores, como Binam *et al.* (2004); Mariano *et al.* (2012); Monge y Hartwich (2008); Noltze *et al.* (2012), que han encontrado que cuando los productores están expuestos a los servicios de extensionismo y capacitación aumentan la probabilidad de adoptar mejores prácticas y tecnologías en sus UP, lo cual contribuye a elevar su eficiencia en cuanto a niveles productivos, y reducir la percepción de riesgo sobre la actividad (Robertson, 1967). Además, los servicios de extensión están relacionados

positivamente con las estrategias que establecen los agricultores para la creación de valor (Pascucci y De-Magistris, 2011). Es decir, se coincide con autores como Cano-Reyes *et al.* (2012); Klerkx y Leeuwis (2009); Muñoz y Santoyo (2010) en que los servicios de extensionismo de calidad son un buen catalizador de la innovación agrícola, y por tanto deben ser considerados dentro del sistema de innovación como un nodo principal e incluso como intermediarios sistémicos de todo el proceso de innovación (ver Klerkx *et al.*, 2009). Los resultados de nuestro estudio contribuyen a esta discusión pues cuando los productores están vinculados a extensionistas y éstos vierten información y conocimiento para la innovación, los productores tenderán a innovar más y con ello la creación de valor económico aumentará.

Adicionalmente, los productores más innovadores y con mayor ingreso bruto, son los que consideran la producción de palma de aceite como una fuente importante de ingresos y además le dedican mayor tiempo para su atención. De esta manera, al ser una actividad de interés y generadora de recursos económicos, los productores siguen estableciendo nuevas plantaciones. Con base en estos resultados, se puede sugerir que las nuevas plantaciones se promuevan más con los productores del grupo 2 y 3. Esto está relacionado a lo encontrado por Jara-Rojas *et al.* (2012), ellos indican que la adopción de buenas prácticas de conservación de agua se reduce cuando los productores no obtienen una proporción importante de sus ingresos de su actividad productiva, sino de otras actividades que implican la venta de mano de obra dentro o fuera del sector agropecuario. Es decir, al no encontrar en su actividad productiva una buena fuente de ingresos, los productores tienen costos de oportunidad más altos por trabajar en su UP, por tanto tienden a emplearse en otros trabajos y la producción de palma la consideran como una fuente de recursos económicos secundaria. Esto da lugar a la formación de un círculo vicioso: la palma de

aceite no genera los suficientes recursos económicos para innovar, pero al no haber innovación no hay suficiente generación de riqueza.

Ante estos resultados, surge un cuestionamiento que ya se ha planteado de forma similar por otros autores como Rogers (2003), ¿qué debe ser primero, la innovación para generar mayor valor económico o tener cierto nivel económico para poder innovar? Los resultados encontrados en la presente investigación, sugieren de entrada la necesidad de contar con un mínimo de superficie (dotación de recursos) para que la actividad sea de interés para el productor y una vez cubierto este mínimo, la retroalimentación entre adopción de innovaciones y la generación de ingresos puede generar un círculo virtuoso. Para ello, sin embargo, se requiere un enfoque más estratégico de la gestión de innovaciones: primero se deben priorizar aquellas que dependen más de “procesos” y del llamado *know-how*, las cuales ayudarán en un primer momento a generar mayor valor económico y, posteriormente, al crear mayor nivel económico y disponer de mayor liquidez, se podrán adoptar innovaciones que involucran mayores inversiones, complejidad y confianza entre productores, esto a su vez ayudará a la creación de mayor valor económico. Desde nuestro punto de vista, no considerar este proceso, ha dado lugar a diferentes fallas o fracasos en la difusión y adopción de innovaciones en el sector agropecuario, pues se piensa que la incorporación de nuevas tecnologías a los procesos productivos, automáticamente se traduce en mayor riqueza, cuando primero se deberían afianzar ciertas innovaciones que tienen que ver más con el “*saber hacer*” o con la oportunidad “*del hacer*” y luego pasar a la incorporación de nuevas tecnologías.

Por lo cual, primero es importante definir el nivel de innovación de los productores y posterior a ello implementar estrategias diferenciadas para la difusión y adopción de innovaciones que mejor se adapten a las necesidades del productor, y no considerar la

difusión generalizada para todos (ver Birner *et al.*, 2009); tal y como argumenta Rogers (2003), el éxito en la difusión y adopción de innovaciones está relacionada positivamente con el grado en el cual los programas de difusión son compatibles con las necesidades de los posibles usuarios, en este caso, productores del sector agropecuario. Estos mecanismos planteados ayudarían a incrementar de manera diferencial los niveles de innovación y con ello la generación de riqueza.

#### **4.4. CONCLUSIONES: IMPLICACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA**

La adopción de innovaciones en los productores de palma de aceite está relacionada con atributos del productor, de su unidad de producción y de los vínculos que establece para la búsqueda de información y conocimiento, este último como un aspecto básico para generar cambios en los procesos productivos y con ello incrementar los niveles de innovación. Por tanto, estas variables deben ser consideradas como parte fundamental al momento de diseñar emprendimientos encaminados a promover la innovación en el sector agropecuario.

La innovación debe difundirse y adoptarse de acuerdo con los niveles de innovación propios de los productores, es decir, con aquellos de escala reducida, bajos niveles de innovación y en donde los recursos económicos provenientes de la actividad productiva no son tan relevantes, cobra importancia la adopción de innovaciones que aprovechen la mano de obra familiar y el recurso tierra. Por otra parte, en productores con mayor creación de valor, relacionados con altos niveles de innovación, cobran mayor relevancia innovaciones más especializadas que tienen como base la articulación con la agroindustria, la organización de productores y la administración de sus unidades de producción.

Por esto los procesos de difusión y de adopción de innovaciones deben ser diferenciales y focalizados y con ello la dinámica de adopción por parte de los productores y de sus unidades de producción adquiere una visión incrementalista y adaptada a las necesidades de cada tipo de productores. Es decir, no deberían de promoverse la adopción de innovaciones de manera generalizada sino de manera focalizada y diferencial, para lo cual se hacen necesarios desde programas y apoyos hasta políticas públicas segmentadas, en donde los niveles de innovación puedan ser una variable de discriminación y no sólo se considere la dotación de tierra, la ubicación geográfica o la organización de productores.

#### **4.5. LITERATURA CITADA**

- Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., Muñoz Rodríguez, M., Altamirano Cárdenas, J. R., y Santoyo Cortes, V. H. (2011). Agencias para la gestión de la innovación en territorios rurales. In M. Del Roble Pensado Leglise (Ed.), *Territorio y ambiente: aproximaciones metodológicas* (pp. 79–98). Siglo XXI.
- Aguilar Gallegos, N., Muñoz Rodríguez, M., Santoyo Cortés, V. H., y Aguilar Ávila, J. (2013). Influencia del perfil de los productores en la adopción de innovaciones en tres cultivos tropicales. *Teuken Bidikay*, 4, 207–228.
- Aguilar-Gallegos, N., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, H., and Aguilar-Ávila, J. (2013). Innovations that generate economic value in palm oil plantations in Mexico. In *Agriculture, Biotechnology & Sustainability. PIPOC International Palm Oil Congress*. 19-21 November 2013. (pp. 22–26). Kuala Lumpur, Malaysia: Malaysian Palm Oil Board (MPOB).
- Binam, J. N., Tonyè, J., Wandji, N., Nyambi, G., and Akoa, M. (2004). Factors affecting the technical efficiency among smallholder farmers in the slash and burn agriculture

- zone of Cameroon. *Food Policy*, 29(5), 531–545.  
doi:10.1016/j.foodpol.2004.07.013.
- Birner, R., Davis, K., Pender, J., Nkonya, E., Anandajayasekeram, P., Ekboir, J., Cohen, M. (2009). From best practice to best fit: A framework for designing and analyzing pluralistic agricultural advisory services worldwide. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 15(4), 341–355. doi:10.1080/13892240903309595.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., and Freeman, L. C. (2002). *Ucinet for Windows: software for social network analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Bozoğlu, M., and Ceyhan, V. (2007). Measuring the technical efficiency and exploring the inefficiency determinants of vegetable farms in Samsun province, Turkey. *Agricultural Systems*, 94(3), 649–656. doi:10.1016/j.agsy.2007.01.007.
- Cano-Reyes, O., Villanueva-Jiménez, J. A., Reta-Mendiola, J. L., and Huerta-De-La-Peña, A. (2012). Technology transfer networks on papaya production with transitional growers. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15, 12–20.
- Cimoli, M., and Dosi, G. (1995). Technological paradigms, patterns of learning and development: an introductory roadmap. *Journal of Evolutionary Economics*, 5, 243–268.
- Clark, N. (2002). *Innovation Systems, Institutional Change And The New Knowledge Market: Implications For Third World Agricultural Development*. *Economics of Innovation and New Technology*, 11(4-5), 353–368.  
doi:10.1080/104385902000000004.
- COTEC. (2007). *La Persona Protagonista de la Innovación*. COTEC (p. 143). Madrid, España: Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica.

- De la Garza García, J., Morales Serrano, B. N., y González Cavazos, B. A. (2013). *Análisis estadístico multivariante: un enfoque teórico y práctico*. McGraw-Hill (Primera Ed., p. 712). México, D. F.: McGraw-Hill.
- Dosi, G. (1988). Sources, procedures and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, 36, 1120–1171.
- Eyssartier, C., Ladio, A. H., and Lozada, M. (2011). Traditional horticultural knowledge change in a rural population of the Patagonian steppe. *Journal of Arid Environments*, 75(1), 78–86. doi:10.1016/j.jaridenv.2010.09.006.
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215–239. doi:10.1016/0378-8733(78)90021-7.
- García Sánchez, E. I., Aguilar Ávila, J., y Bernal Muñoz, R. (2011). La agricultura protegida en Tlaxcala, Méjico: La adopción de innovaciones y el nivel de equipamiento como factores para su categorización. *Teuken Bidikay*, 2, 10–11.
- Hartwich, F., Monge Pérez, M., Ampuero Ramos, L., and Soto, J. L. (2007). Knowledge management for agricultural innovation: lessons from networking efforts in the Bolivian Agricultural Technology System. *Knowledge Management for Development Journal*, 3(2), 21–37.
- Hayami, Y. (1969). Elements of induced innovation: A historical perspective for the green revolution. *Explorations in Economic History*, (April), 445–472.
- Hayami, Y., y Ruttan, V. W. (1989). *Desarrollo agrícola: una perspectiva internacional*. Fondo de Cultura Económica (p. 542). México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- Iribarren, J. L., and Moro, E. (2011). Affinity Paths and information diffusion in social networks. *Social Networks*, 33(2), 134–142. doi:10.1016/j.socnet.2010.11.003.

- Isaac, M. E. (2012). Agricultural information exchange and organizational ties: The effect of network topology on managing agrodiversity. *Agricultural Systems*, 109, 9–15. doi:10.1016/j.agsy.2012.01.011.
- Jara-Rojas, R., Bravo-Ureta, B. E., and Díaz, J. (2012). Adoption of water conservation practices: A socioeconomic analysis of small-scale farmers in Central Chile. *Agricultural Systems*, 110, 54–62. doi:10.1016/j.agsy.2012.03.008.
- Klerkx, L., Aarts, N., and Leeuwis, C. (2010). Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems*, 103(6), 390–400. doi:10.1016/j.agsy.2010.03.012.
- Klerkx, L., Hall, A., and Leeuwis, C. (2009). Strengthening agricultural innovation capacity: are innovation brokers the answer? *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 8(5/6), 409–438. doi:10.1504/IJARGE.2009.032643.
- Klerkx, L., and Leeuwis, C. (2009). Establishment and embedding of innovation brokers at different innovation system levels: Insights from the Dutch agricultural sector. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(6), 849–860. doi:10.1016/j.techfore.2008.10.001.
- Köbrich, C., Rehman, T., and Khan, M. (2003). Typification of farming systems for constructing representative farm models: two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agricultural Systems*, 76, 141–157.
- Mariano, M. J., Villano, R., and Fleming, E. (2012). Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. *Agricultural Systems*, 110, 41–53. doi:10.1016/j.agsy.2012.03.010.



- Marsden, P. V. (1990). Network data and measurement. *Annual Review of Sociology*, 16(1), 435–463. doi:10.1146/annurev.so.16.080190.002251.
- Martínez-González, E. G., Muñoz-Rodríguez, M., García-Muñiz, J. G., Santoyo-Cortés, V. H., Altamirano-Cárdenas, J. R., y Romero-Márquez, C. (2011). El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios en activos: lecciones aprendidas. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 367–377.
- Martínez-González, E. G., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortes, V. H., Gómez-Pérez, D., y Altamirano-Cárdenas, J. R. (2013). Lecciones de la promoción de proyectos caprinos a través del programa estratégico de seguridad alimentaria en Guerrero, México. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 10(2), 177–193.
- Monge Pérez, M., y Hartwich, F. (2008). Análisis de Redes Sociales aplicado al estudio de los procesos de innovación agrícola. *REDES-Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 14(2), 1–31.
- Muñoz Rodríguez, M., Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., y Altamirano Cárdenas, J. R. (2007a). Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. UACH - CUESTAAM (p. 72). Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo - CUESTAAM / PIIAI.
- Muñoz Rodríguez, M., Altamirano Cárdenas, J. R., Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., y Espejel García, A. (2007b). Innovación: motor de la competitividad agroalimentaria. Políticas y estrategias para que en México ocurra. UACH - CUESTAAM (p. 307). Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo - CUESTAAM / PIIAI.
- Muñoz Rodríguez, M., y Santoyo Cortes, V. H. (2010). Del extensionismo a las redes de innovación. In J. Aguilar Ávila, J. R. Altamirano Cárdenas, y R. Rendón Medel

- (Eds.), *Del extensionismo a las redes de innovación* (pp. 31–69). Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM.
- Nagles G., N. (2007). La gestión del conocimiento como fuente de innovación. *Escuela de Administración de Negocios*, 61, 77–87.
- Narayanam, R., and Narahari, Y. (2011). Topologies of strategically formed social networks based on a generic value function—Allocation rule model. *Social Networks*, 33(1), 56–69. doi:10.1016/j.socnet.2010.10.004.
- Noltze, M., Schwarze, S., and Qaim, M. (2012). Understanding the adoption of system technologies in smallholder agriculture: The system of rice intensification (SRI) in Timor Leste. *Agricultural Systems*, 108, 64–73. doi:10.1016/j.agsy.2012.01.003.
- OECD. (2005). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Organisation for Economic Co-operation and Development (Third Edit., p. 188). París: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Pascucci, S., and De-Magistris, T. (2011). The effects of changing regional Agricultural Knowledge and Innovation System on Italian farmers' strategies. *Agricultural Systems*, 104(9), 746–754. doi:10.1016/j.agsy.2011.07.005.
- Perez, C. (2004). Technological revolutions, paradigm shifts and socio-institutional change. In E. S. Reinert (Ed.), *Globalization, economic development and inequality an: alternative perspective* (pp. 217–242). Cheltenham, UK.
- Pérez López, C. (2004). *Técnicas de análisis multivariante de datos* (p. 672). Madrid, España: Pearson Educación S.A.
- Robertson, T. S. (1967). The process of innovation and the diffusion of innovation. *Journal of Marketing*, 31(1), 14–19.

- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations*. Free Press (Fifth Edit., p. 535). New York, USA: Free Press.
- SAS. (2004). *SAS/STAT (R). User's Guide, Version 9. Statistical Analysis System* (p. 480). Cary, N.C., USA: Statistical Analysis System.
- Schumpeter, J. A. (1935). Análisis del cambio económico. In V. L. Uriquidi (Ed.), *Ensayos sobre el ciclo económico* (pp. 17–34). México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- Simpson, B., Markovsky, B., and Steketee, M. (2011a). Network knowledge and the use of power. *Social Networks*, 33(2), 172–176. doi:10.1016/j.socnet.2010.10.008.
- Simpson, B., Markovsky, B., and Steketee, M. (2011b). Power and the perception of social networks. *Social Networks*, 33(2), 166–171. doi:10.1016/j.socnet.2010.10.007.
- Tidd, J., Bessant, J., and Pavitt, K. (2005). *Managing innovation: integrating technological, market and organizational change*. Wiley-Blackwell (Third edit., p. 582). West Sussex, England: John Wiley & Sons Ltd.
- Valente, T. W. (1996). Social network thresholds in the diffusion of innovations. *Social Networks*, 18(1), 69–89.

## **CAPÍTULO 5. USO DEL ANÁLISIS DE REDES SOCIALES PARA CATALIZAR LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA**

### **5.1. INTRODUCCIÓN**

La innovación es ampliamente reconocida como una fuente importante de mejora de la productividad, la competitividad y el crecimiento en todas las economías avanzadas y emergentes; también juega un papel primordial en la creación de empleos, la generación de ingresos, reducción de la pobreza y para impulsar el desarrollo social (Hayami y Ruttan, 1989; OECD, 2005, 2013; Rajalahti *et al.*, 2008; SCAR, 2012; World Bank, 2012). Asimismo, la innovación no se circunscribe a la introducción de nuevas prácticas o comportamientos, también se refiere a la actualización y mejora de procesos y productos existentes (OECD, 2005), en donde la mejora se obtiene principalmente de innovaciones incrementales, sin dejar a un lado las radicales, aumentando la eficiencia técnica y productiva (Perez, 2004).

Bajo este contexto, de acuerdo con la OECD (2014), el crecimiento potencial de las áreas rurales se sustentará en su capacidad para modernizar su economía con base en la innovación, lo cual implica producir bienes y servicios que puedan colocarse en los mercados locales e internacionales. Así, el foco en la innovación representa un paso importante en la evolución de las políticas agrícolas, pues la futura prosperidad de las regiones rurales se verá impulsada por la empresa, la innovación y las nuevas tecnologías, adaptadas a mercados específicos y aplicadas tanto a las agroindustrias nuevas como a las tradicionales.

En este escenario, la innovación es, en primer lugar, responsabilidad de los agricultores, pero también es del ámbito y acción del gobierno, pues ésta no sólo tiene beneficios para los que innovan, sino también para otros actores: los futuros innovadores, agrupaciones

de empresas y para la economía en general, al lograr una mejor posición competitiva, más empleos y mayores ingresos (SCAR, 2012).

Además, se ha documentado a través de estudios empíricos, cómo los actores involucrados en los procesos de innovación agrícola no innovan de forma aislada, sino a través de la interacción con otros agricultores, agroindustrias, organizaciones, investigadores, instituciones financieras, comercializadores, el gobierno, entre otros (García *et al.*, 2011; Hartwich *et al.*, 2007; Klerkx *et al.*, 2010; Martínez-González *et al.*, 2011; Muñoz *et al.*, 2007b; Muñoz-Rodríguez y Altamirano-Cárdenas, 2008). En otras palabras, la innovación agrícola es un fenómeno organizacional influenciado por los comportamientos individuales y colectivos, la interacción, la coordinación y la acción colectiva; se basa sobre todo en la capacidad de los actores para identificar oportunidades, evaluar los retos que implica, y acceder a los recursos humanos, los sociales y de capital necesarios para desarrollar actividades innovadoras, el aprendizaje individual y colectivo, y el intercambio de conocimientos e información para innovar (Aguilar-Gallegos *et al.*, 2013; Klerkx *et al.*, 2009; Muñoz y Santoyo, 2010; World Bank, 2012). De esta forma, varios autores (Rogers, 2003; Spielman *et al.*, 2009; Valente, 1996) han destacado la importancia de analizar estos intercambios de información y conocimiento para la innovación, en donde metodologías robustas como el Análisis de Redes Sociales (ARS) pueden ser de gran relevancia (Valente, 1995; Jackson, 2008).

Para asegurar que el rol de la innovación como catalizador de la competitividad se concrete, es importante desarrollar una mejor comprensión de cómo ésta puede surgir en un entorno rural, en donde convergen una serie de actores, algunos con diferentes recursos y objetivos pero que influyen en todo el sistema de innovación. Por ello, en esta investigación se plantea como objetivo analizar los efectos de las interacciones entre los

productores y otros actores relevantes en los procesos de innovación agrícola, con base en indicadores de conectividad, alcance y accesibilidad a la información y conocimiento dentro de una red de innovación, a través del uso del ARS para proponer lineamientos que permitan catalizar la adopción de buenas prácticas e innovaciones en territorios agrícolas.

## **5.2. MARCO TEÓRICO**

### **5.2.1. El Análisis de Redes Sociales (ARS)**

El ARS estudia los vínculos entre actores (también llamados nodos) y su principal objetivo es detectar e interpretar patrones derivados de las relaciones establecidas entre ellos. Es decir, el ARS busca describir una estructura social en términos de una red e interpretar las relaciones existentes entre los actores, tomando en cuenta su posición dentro de dicha estructura (Marsden, 1990). De esta forma, una red social consta de un conjunto o conjuntos finitos de actores y de uno o diferentes tipos de relaciones. La información relacional entre los actores, y que por tanto los vincula, es una característica fundamental de una red social (Wasserman y Faust, 1994). Así, el conjunto de relaciones es lo que estructura la red social; estos vínculos interpersonales son importantes, ya que a través de ellos se pueden transmitir comportamientos, actitudes, información, bienes o mercancías (De Nooy *et al.*, 2005). En particular, en el sector agropecuario se ha utilizado el ARS para analizar los patrones de interacción entre diferentes actores para formar lo que se le conoce como redes de innovación (Aguilar *et al.*, 2011; Muñoz *et al.*, 2007b; Muñoz y Santoyo, 2010; Spielman *et al.*, 2008).

De esta forma, se denomina red de innovación a la estructura social derivada del nivel de relacionamiento dado entre los agricultores y otros actores para intercambiar información y conocimiento y así incrementar los niveles de innovación en el sector agrícola, lo cual

da como resultado lo que se conoce también como sistemas de innovación agrícola, mismos que se caracterizan por la interacción de actores con diferentes roles que están introduciendo e intercambiando información o conocimiento, ya sea nuevo o existente, en donde algunos actores están facilitando la formación y mantenimiento de dichas redes (Klerkx *et al.*, 2010; Klerkx y Leeuwis, 2008; Muñoz Rodríguez y Santoyo Cortes, 2010; Spielman *et al.*, 2008). Así, con la aplicación del ARS, se puede analizar y entender de dónde proviene la información y conocimiento para que el agricultor pueda innovar dentro de su sistema de producción. Valente (1995) indica que este enfoque puede ser usado para entender quién influye sobre quiénes en un sistema social.

Para ello, una técnica común en el ARS es utilizar lo que se conoce como generadores de nombres, basados en preguntas clave que permiten delimitar los límites de la red: la técnica básica es preguntar a cada actor dentro de la red con quién está conectado, dependiendo del tipo de relación de interés, dando lugar a un listado de nombres con el cual cada uno de los elementos encuestados está en contacto directo (Marsden, 1990, 2005, 2011). De esta forma, dependiendo de la naturaleza de la pregunta, los vínculos pueden ser dirigidos y no dirigidos. Por lo regular, en estudios de difusión de innovaciones [ver Valente (1996) que recoge datos de tres estudios y describe el tipo de preguntas que se hicieron para obtener los datos] se entiende que el tipo de vínculo que establecen los productores es dirigido y binario (Marin y Wellman, 2011). A partir de los vínculos que se generan entre los actores que conforman la red, se pueden obtener indicadores o medidas de la red como un conjunto y de forma individual.

Estos indicadores, aunados a la teoría de grafos, son complementarias y fundamentales en el ARS, ya que permiten analizar características de toda la red y de la posición individual de cada actor dentro de ella (Hanneman y Riddle, 2011). En particular, el análisis gráfico

permite realizar representaciones de redes como un modelo de un sistema social, a través del uso de puntos (llamados nodos) y líneas que conectan a los puntos, que son usadas para representar los vínculos entre los actores (Wasserman y Faust, 1994).

### **5.2.2. Indicadores del análisis de redes sociales**

En este apartado, se inicia haciendo referencia a algunos de los indicadores tradicionalmente utilizados en el ARS y que son de primer orden (centralidad de grado e intermediación) para después profundizar en los indicadores que toman en cuenta los vínculos indirectos (integración, radialidad y centralidad de Bonacich). Básicamente, un indicador de primer orden sería aquél que vincula directamente a dos nodos a través de un solo paso; por su parte, un indicador de segundo o más orden sería aquél que logra vincular a dos nodos a través de dos o más pasos.

#### *5.2.2.1. Centralidad de grado*

La centralidad de grado de un actor es el número de otros actores a los cuales un actor dado es adyacente. Se dice que dos nodos son adyacentes cuando están directamente conectados por un vínculo (Freeman, 1979). En redes no dirigidas, un actor difiere sólo por el número de conexiones que tienen; sin embargo, en redes dirigidas es importante distinguir entre la centralidad del grado de entrada y del grado de salida (Hanneman y Riddle, 2011). El grado de entrada se refiere al número de vínculos que recibe un actor, provenientes de otros actores. El grado de salida es el número de vínculos que manda o envía un actor hacia otros actores (De Nooy *et al.*, 2005).



#### 5.2.2.2. *Intermediación*

La intermediación es una medida basada en la frecuencia con la cual un nodo está ubicado entre los caminos geodésicos que conectan a pares de otros nodos en la red (Freeman, 1979). Es decir, la intermediación de un actor depende del grado en el cual éste es necesario como un enlace o eslabón para conectar a otros nodos y con ello facilitar la propagación de información dentro de la red (De Nooy *et al.*, 2005).

#### 5.2.2.3. *Integración*

La integración (Valente y Foreman, 1998) se refiere al grado en el cual un actor está conectado a muchos y diversos actores en una red. Un actor integrado puede ser fácilmente alcanzado por otros actores rápidamente, por lo cual este indicador puede ser tomado como una medida de cercanía pero también de conectividad, por lo cual su cálculo se basa en los grados de entrada. La integración no sólo toma en cuenta los vínculos directos, sino también los que están más allá de los vínculos que los conectan directamente.

#### 5.2.2.4. *Radialidad*

La radialidad (Valente y Foreman, 1998) hace referencia al grado en el cual las relaciones de un actor, enviadas hacia la red, proveen acceso a varios y diversos actores, permitiéndole alcanzar a diversos actores y además insertarse en la red. Este indicador también puede ser tomado como de cercanía, aunque también de alcance o accesibilidad. La radialidad, por tanto, está basada en los grados de salida y, al igual que la integración, va más allá de los vínculos directos de los actores a los cuales está conectado. De esta forma, un actor con un nivel alto de radialidad es capaz de alcanzar a muchos más actores

en la red a través de pocos pasos debido a los vínculos indirectos de otros nodos (Costenbader y Valente, 2003).

#### 5.2.2.5. Centralidad de Bonacich

Bonacich (1987), propuso un indicador basado en la idea de que el estatus de un actor dentro de una red es una función del estatus de aquellos con los que uno está conectado, para lo cual utiliza un parámetro  $\beta$ , cuya magnitud afecta el grado en el cual los vínculos distantes son tomados en cuenta, es decir, cuando  $\beta$  incrementa su magnitud la centralidad de los actores a los cuales un actor está conectado toman más importancia y relevancia. Además,  $\beta$  puede tomar valores tanto positivos como negativos; en el primer caso, la medida resultante hace referencia a la centralidad o influencia de un actor; en el segundo, el indicador representa una medida de poder.

#### 5.2.3. Aplicaciones del ARS en la difusión y adopción de innovaciones

El ARS se ha utilizado en diferentes estudios donde analizan el proceso de difusión y adopción de innovaciones y con diferentes perspectivas. Así, Monge y Hartwich (2008) hicieron uso de los indicadores de centralidad de grado (de salida y de entrada), el primero para los productores agrícolas y el segundo para los agentes de cambio; los utilizaron para analizar los procesos de innovación con productores agrícolas. Isaac (2012) empleó un análisis de red personal tomando a los productores de cacao (*egos*) y a sus contactos (*alters*) para estudiar la estructura de las redes de información y su repercusión con los sistemas de innovación agrícola. Por su parte Wood *et al.* (2014), utilizaron un análisis egocéntrico para investigar las redes en las cuales los productores, con experiencia en

praderas mixtas (gramíneas y leguminosas), intercambian conocimiento en el proceso de innovación agrícola. Sin embargo, aunque los hallazgos y avances de los estudios mencionados hacen referencia a la importancia del uso del ARS, sólo se han limitado a analizar los vínculos de primer orden, y no van más allá de los vínculos que tienen los actores con los que un actor está conectado (segundo o más orden). Los vínculos indirectos son importantes porque es a través de ellos que un actor puede alcanzar ciertas ideas, conocimiento e información que socialmente es distante para él (Granovetter, 1973). En este sentido, este artículo contribuye también a la literatura existente sobre el uso del ARS, aplicado a los procesos de intercambio de información y conocimiento para la innovación, porque se toma en cuenta tanto indicadores de primer como de segundo orden; es decir, vínculos directos e indirectos.

### **5.3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **5.3.1. Origen y tipo de datos utilizados**

Para analizar el patrón de interacción y su relación con los procesos de innovación, se entrevistó a 120 productores de hule de la región productora del estado de Oaxaca, principalmente del municipio de San Juan Bautista, Tuxtepec. Se utilizó una encuesta con diferentes apartados que incluían variables relacionadas a: i. Atributos del productor; ii. Percepción sobre su actividad productiva; iii. Datos sobre su unidad de producción; iv. Adopción de innovaciones relacionadas al cultivo para calcular el índice de adopción de innovaciones (INAI) descrito por Muñoz *et al.* (2007a); v. Parámetros técnicos y productivos y; vi. Una sección generadora de nombres (Marsden, 2005). Para este último caso, la información se colectó preguntando a los productores *¿de quién aprende o a quién recurre Usted para obtener información o conocimiento de cuestiones técnicas y*

*productivas en torno a su unidad de producción?* Las fuentes de información y de conocimiento que fueron mencionadas por los productores, se codificaron y registraron en una base de datos para construir una red modo-uno, en la cual cada nodo puede estar relacionado con cualquier otro en la red (De Nooy *et al.*, 2005).

### **5.3.2. Análisis de los datos**

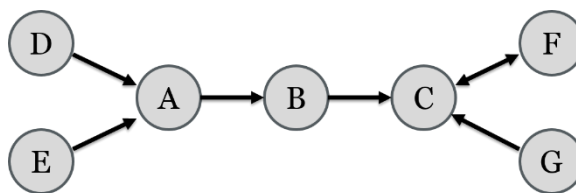
Las fuentes de información y de conocimiento que fueron mencionadas por los productores de hule durante la aplicación de la encuesta en campo, se codificaron y registraron en una base de datos para su posterior análisis. Se utilizaron diferentes tipos de software, según la etapa del análisis. De esta forma, en un primer momento y para la visualización de la red de innovación, se utilizó NetDraw v. 2.139 (Borgatti, 2002). En un segundo momento, para el ARS y la obtención de los indicadores mencionados anteriormente, se utilizó Ucinet v. 6 (Borgatti *et al.*, 2002). En la tercera etapa, para el análisis descriptivo de los indicadores del ARS y sus niveles de correlación, se utilizó SAS v. 9.0 (SAS, 2004). Posteriormente, en la conformación de grupos o análisis clúster (Johnson, 1998) se utilizó el mismo software y; al final, se incluyeron otras variables para encontrar las diferencias entre los grupos formados, esto se realizó a través de análisis de varianza y diferencia de medias, utilizando para ello nuevamente al SAS v. 9.0.

### **5.3.3. Uso e interpretación de los indicadores del ARS**

Es importante desarrollar este apartado debido a que durante el análisis de la red de innovación se pueden mal interpretar los resultados de cada indicador y esto podría suceder por la pregunta planteada a los productores de hule, tal como indica Marsden (2005), los generadores de nombres siempre se refieren a un tipo específico de vínculo,

en el caso estudiado es un vínculo para la búsqueda de información y conocimiento para innovar. Sin embargo, durante la visualización de la red, el flujo de cada vínculo puede llevar a interpretaciones erróneas. Por ejemplo, un vínculo del tipo  $A \rightarrow B$  indica que A refiere como fuente de información al nodo B y no que A le enseña a B. De esta forma, se retoma la descripción de los indicadores de la sección 5.2.2 para desarrollar la interpretación de cada uno de ellos.

Así, en la Figura 5-1 se ilustra una red hipotética bajo el supuesto de haber formulado a cada uno de los siete nodos la pregunta mencionada en este artículo, y los siete nodos establecen siete vínculos, uno de ellos bidireccional. Todos los nodos tienen un grado de salida y debido a la pregunta realizada, cada uno de los vínculos se interpretaría como que el nodo  $i$  recurre al nodo  $j$  para adquirir información y conocimiento para innovar. Por ejemplo, E y D recurren al nodo A y éste al nodo B y así sucesivamente hasta llegar a que G refiere a C y éste a F, pero a su vez F también dice recurrir a C para el mismo fin. En este sentido, y para evitar confusiones, el flujo del vínculo no significa que el nodo  $i$  le enseñe al nodo  $j$ , y por tanto no se interpreta así. Entonces, bajo estas implicaciones los grados de salida se interpretan como la búsqueda de información y conocimiento. Los grados de entrada de cada nodo indican la relevancia que tiene un actor como fuente de información y conocimiento. En el caso hipotético, cuatro de los siete nodos (A, B, C y F) son fuentes de información para otros nodos, los tres nodos restantes (D, E y G) no son referidos, es decir sus grados de entrada son cero. Sólo existe un nodo (C) que tiene tres grados de entrada debido a las referencias recibidas por B, G y F.



**Figura 5-1. Ejemplo de una red de siete nodos con siete vínculos.**

Siguiendo la definición de la intermediación mencionada (Freeman, 1979), en la Figura 5-1 se tiene que los nodos con mayor nivel de intermediación son A y B debido a que se encuentran con mayor recurrencia en los caminos geodésicos de los pares de nodos, por ejemplo los pares D-F, E-C, etc. En total ambos están intermediando a seis pares de nodos. El nodo C, sólo intermedia a cinco pares de nodos. Los restantes cuatro nodos no intermedian ningún camino geodésico y por tanto su intermediación es de cero. De esta forma, tomando el par de nodos D-B, el nodo A está intermediando el camino geodésico de ellos, y esto se interpreta como que el nodo A intermedia la información recibida por el nodo B y que a su vez el nodo D está recibiendo del nodo A y así sucesivamente para cada par de nodos junto con el nodo que intermedia su conexión. Debido a la pregunta realizada, no se interpreta este indicador a la inversa, lo cual significaría que el nodo A está intermediando la información del nodo D hacia el nodo B.

Con respecto a la integración y la radialidad, dos indicadores propuestos por Valente y Foreman (1998), el primero se deriva de los grados de entrada y el segundo de los grados de salida. Así, en la Figura 5-1 el nodo más integrado es C, seguido por F, luego B y al final A; para los otros tres nodos (D, E y G) su indicador de integración es cero porque no tienen ningún grado de entrada. Sin embargo, ¿por qué el nodo A tiene menor integración que F, si el primero tiene dos grados de entrada y el segundo sólo uno? Esto se debe a que

la integración toma en cuenta los vínculos indirectos y básicamente F tiene mayor integración debido a C. Por otra parte, los nodos de mayor radialidad en la Figura 5-1 son D y E (con el mismo indicador), seguido de A y después de B y G (ambos con la misma radialidad) y al final de C y F. En este sentido, aunque todos los nodos tienen un solo grado de salida, existen diferentes niveles de radialidad porque este indicador también toma en cuenta los vínculos indirectos. Así, D y E tienen los mayores niveles de radialidad debido a la radialidad de A, luego de B y de C. A su vez, los nodos C y F tienen la menor radialidad porque sólo se alcanzan uno a otro a través de sus grados de salida.

Para entender mejor estos últimos dos indicadores, se puede decir que en una red tipo estrella con cinco nodos y con vínculos dirigidos hacia adentro, el nodo central (con cuatro grados de entrada) tiene una integración del 100% (se menciona en porcentaje porque ambos indicadores se pueden normalizar), es decir, este nodo integra a la totalidad de los nodos en la red; por otra parte, cada uno de los cuatro nodos periféricos (con un grado de salida hacia el nodo central) tienen una radialidad normalizada de 25%, lo cual indica que cada uno de ellos sólo alcanzaría a un cuarto de los nodos involucrados en la red, que sería el nodo central. De esta forma, la interpretación de estos dos indicadores hace referencia a que un nodo con mayor integración será una buena fuente de información para toda la red y viceversa; por otra parte, un nodo con mayor radialidad tiene la posibilidad de alcanzar a los integrantes de la red, y además insertarse en ella, a través de otros nodos.

Por último, la Centralidad de Bonacich (1987) se utiliza un valor positivo de  $\beta=0.4$  porque se analiza la centralidad o influencia de los actores en la red de innovación y no las estructuras de poder o jerárquicas. Tampoco se ocupa un valor alto de  $\beta$ , porque eso implicaría asumir que una vez que un productor hace referencia a un actor fuente y que

por tanto está conectado a la red de innovación, su probabilidad de emitir la información o conocimiento que recibe de ese actor, será enviada o transmitida a otros actores de la red y así sucesivamente y, por tanto, el indicador de centralidad del nodo fuente se incrementaría, es decir, valores bajos de  $\beta$  implican que la información se transmite más localmente que hacia la estructura de toda la red. Así, un mayor valor de este indicador en un nodo, se podría interpretar como que ese nodo tiene mayor nivel de relevancia o influencia en la red y entonces se tomaría como un nodo fuente importante.

En este sentido, en la red de la Figura 5-1, el nodo con mayor centralidad de Bonacich es el C, seguido en orden por F, A y B; los nodos D, E y G tienen una centralidad de cero. Una vez más el nodo C vuelve a tener un mejor indicador debido a los grados de entrada, pero también porque los nodos a los que está conectado tienen otros vínculos, es decir, toma en cuenta los vínculos indirectos y es por eso que el nodo F tiene un mayor indicador que el de A, aunque este último tenga dos grados de entrada.

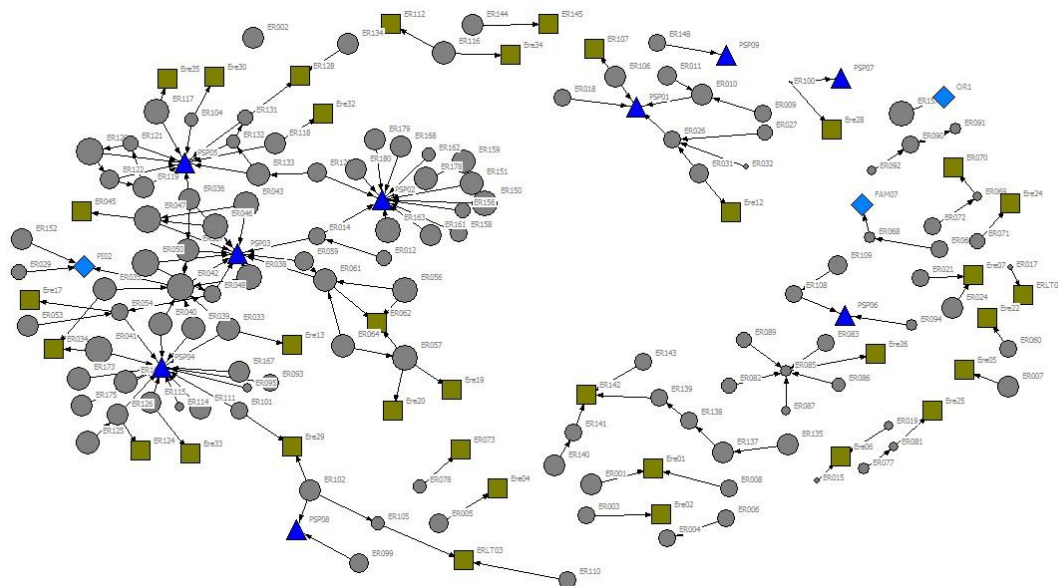
#### **5.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Primero se presenta un análisis visual de la red de innovación, agregando características atributivas a los nodos para una mejor comprensión de la red; posteriormente, se analiza y discute la red usando los indicadores del ARS y además se añade una variable que da cuenta de los niveles de innovación de los productores de hule; después se analiza la correlación entre los indicadores obtenidos y; al final, después de hacer un análisis de agrupación tomando como base los indicadores del ARS, se describen las características propias de los grupos formados para discutir sus principales diferencias.



#### **5.4.1. La red de innovación de los productores de hule**

La Figura 5-2, representa la red de innovación de los productores de hule, quedando conformada por 167 nodos clasificados en cuatro tipos de actores: los productores encuestados (120, identificados en círculos grises), los productores referidos y no encuestados (35, marcados con cuadrados verdes), los prestadores de servicios profesionales o PSP (nueve, visualizados en triángulos azul rey) que vendrían a ser Extensionistas dentro de la Red y, otros actores como son familiares y proveedores de insumos (tres, identificados por diamantes en azul claro). Los 120 productores generaron menciones a sus pares y a los otros actores por 163 vínculos dirigidos (marcados por flechas). Aunque se puede visualizar que cada productor tiene uno o varios vínculos de salida (menciones o nominaciones hacia fuera como indicador de búsqueda de información y conocimiento), existe una subred, la del lado izquierdo de la Figura 5-2, con mayor densidad de vínculos que el lado derecho. En toda la red sólo existió un productor (ER002) que no mencionó a ningún otro actor y tampoco fue referido por algún otro productor.



El tamaño del nodo indica el nivel de innovación de los productores de hule (círculos grises con iniciales ER). Para el caso de los productores referidos pero no encuestados (cuadrados verdes con iniciales Ere, Er y ERLT), los extensionistas o prestadores de servicios profesionales (triángulos azules rey, con iniciales PSP) y otros actores (diamantes en azul, con otras iniciales), el tamaño del nodo está basado en el promedio del INAI de los productores, esto sólo por motivos de visualización.

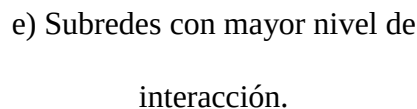
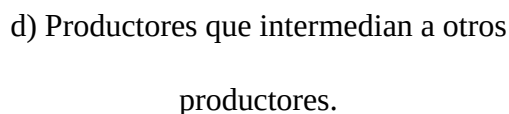
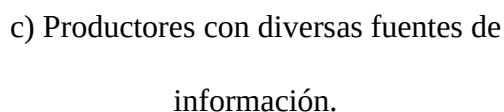
**Figura 5-2. Red de innovación e índice de adopción de innovaciones (INAI) de los productores de hule.**

En la red de innovación (Figura 5-2) se incluyó como una característica atributiva de los productores de hule (círculos grises) el índice de adopción de innovaciones (INAI) para visualizar su relación con las interacciones que generan los productores dentro de la red. Así, se pueden observar ciertos patrones en los niveles de innovación y estructuras de subredes: existen productores conectados sólo a Extensionistas y que tienen INAI altos (Figura 5-3a), es decir, sólo tienen una fuente de información pero ésta se puede considerar de calidad, ya que con un solo vínculo tienen niveles de innovación altos. Algunos autores (Aguilar-Gallegos *et al.*, 2013; Bozoğlu y Ceyhan, 2007; Isaac, 2012; Mariano, Villano, y Fleming, 2012; Monge y Hartwich, 2008; Wood *et al.*, 2014) han encontrado que cuando

un productor está vinculado a extensionistas, tienen mayor probabilidad de adoptar buenas prácticas y de incrementar sus niveles de innovación en sus unidades de producción. Por otra parte, existen productores conectados a otros productores con el fin de intercambiar conocimientos (Figura 5-3b), aunque no se encontró regularidad en los niveles del INAI, pues en algunas ocasiones pueden tener un nivel igual, menor y en algunos mayor que el productor referido. También, en la red de innovación es común encontrar productores que están conectados a otros productores pero también a Extensionistas (Figura 5-3c), es decir, tienen fuentes variadas de información y conocimiento, esto sucede principalmente en la subred más conectada (Figura 5-2).

Cuando se da la relación  $\text{Productor2} \rightarrow \text{Productor1} \rightarrow \text{PSP}$  (Figura 5-3d), se puede inferir que el que recibe mejor información es el Producto2, ya que casi tiene el mismo nivel de INAI e incluso mayor que el Productor1, que a su vez funciona como intermediario de la información y conocimiento que le provee el Extensionista. En la parte de la red más conectada es recurrente observar subredes con un mayor nivel de interacción en donde los productores por lo general tienen INAI altos (Figura 5-3e) y en donde se conjuntan los patrones de interacción antes mencionados.

Al final, después de analizar las estructuras y patrones de interacción (Figura 5-3) dentro de la red de innovación (Figura 5-2), se puede inferir que existen productores más radiales que otros. Por otra parte, las menciones de los productores hacia otros productores y actores en la red, hace que existan nodos bien integrados en la red. Tanto la radialidad como la integración (Valente y Foreman, 1998), parecieran estar relacionados con los niveles de innovación de los productores.



**Figura 5-3. Patrones de interacción encontrados en la red de innovación y su relación con el INAI.**

En el Cuadro 5-1 se presentan los estadísticos descriptivos de los indicadores del ARS utilizados en este artículo, calculados para cada uno de los productores encuestados pero considerando toda la red (Figura 5-2); es decir, sólo se toman los indicadores de los 120

productores encuestados pero para su cálculo se consideró a toda la red formada por 167 nodos.

Aunque la red de innovación de los productores de hule está relativamente conectada y sólo se encontró un productor aislado, los promedios de vínculos son bajos. Los resultados indican (Cuadro 4-1) que en promedio cada productor establece 1.36 vínculos con sus pares y otros actores para la búsqueda de información (grados de salida), sin embargo esto no representa ni el 1% de los vínculos posibles que cada productor podría establecer [grados de salida normalizados, ver Freeman (1979)]. Es así que, en promedio, cada productor recibe menciones por sus pares de apenas 0.4 vínculos (grados de entrada) y esto no cubre más del 0.3% de las menciones posibles que pudieran recibir, lo cual indica que los productores tienden a mencionar o dirigir sus vínculos en sólo pocos actores, principalmente los Extensionistas (Figura 5-2). En este sentido, los grados de salida no tienen tanta variación como los grados de entrada, lo cual indica que las nominaciones realizadas por los productores para buscar información son más estables, como máximo de tres, mientras que los vínculos reconocidos para recibir información son muy heterogéneas, por ejemplo, un productor recibió menciones por sus pares de hasta seis veces.

Con los grados de salida y entrada se obtuvo el nivel de intermediación de los productores (Cuadro 5-1), el cual apenas es de 0.74, es decir, en promedio un productor intermedia casi un camino geodésico entre un par de otros productores, pero existe un productor que intermedia hasta 16 pares de nodos. Es lógico que este indicador sea bajo, sólo el 0.0027% del total de posibles caminos geodésicos se intermedian por productores en toda la red (intermediación normalizada) y se debe en parte a la baja densidad de vínculos en la red y también a que en su cálculo se considera que los vínculos son dirigidos, pues si los

vínculos fueran no dirigidos, el indicador aumentaría pero no es la finalidad del uso del indicador en esta investigación ya que como indican algunos autores (Freeman *et al.*, 1991; Narayanam y Narahari, 2011; Porras, 2005) cuando un nodo intermedia a otros tiene un papel importante dentro de la red y además se puede beneficiar más de la información que fluye a través de él.

Los resultados muestran que en promedio existe un mayor nivel de radialidad en los productores de hule que de integración (0.04 y 0.01, respectivamente), es decir, existen más productores radiales que pueden alcanzar e insertarse a la red de innovación a través de otros actores, que productores bien integrados que pueden servir como vínculo para conectar a otros productores fácilmente. En el Cuadro 5-1 se puede constatar esta situación por el coeficiente de variación, en donde la radialidad de los productores tiene menor variación que la integración.

Es común observar que la radialidad se debe principalmente a que los productores están conectados a extensionistas como su principal fuente de información y conocimiento, pero también a que hay productores que identifican a sus pares como nodos fuente; aún más, y siguiendo con la idea mencionada por Costenbader y Valente (2003), es porque algunos productores refieren a diferentes actores y éstos a su vez refieren a otros, lo que permite que puedan alcanzar el interior de la red por diferentes caminos y a mayor nivel (Figura 5-4). Por otra parte, un productor bien integrado tiene implicaciones relevantes porque con sus vínculos de entrada, puede ser alcanzado y vincular a varios actores de manera rápida (Valente y Foreman, 1998) y con ello jugar un papel importante en la difusión de información, conocimientos y de innovaciones. Sin embargo, en la red de innovación de los productores de hule, los extensionistas son los actores con mayores niveles de

integración ya que son las principales fuentes para la innovación que tienen los productores de hule (Figura 5-5).

Los valores normalizados de la integración y radialidad de los productores, indican que en promedio cada productor integra al 0.32% de los productores en la red; mientras que, en promedio, cada productor puede llegar al 1.08% de los actores presentes en la red.

Con respecto a la centralidad de Bonacich (1987), los resultados muestran que en promedio los productores tienen niveles de centralidad bajos y por lo tanto tienen poca influencia sobre otros productores, esta situación se puede visualizar en la Figura 5-2 ya que los actores con mayor influencia en la red son los extensionistas. Sin embargo, como se muestra en el Cuadro 5-1, existe mucha variación en este indicador, pues algunos productores no tienen centralidad de Bonacich. Sólo algunos productores tienen niveles altos de este indicador, que al igual que la integración, podrían servir como actores relevantes en la red para promover la difusión de información y conocimiento para incrementar los niveles de adopción de innovaciones. Según lo indicado por Aguilar *et al.* (2011), los productores mejor posicionados en una red de innovación ayudan a catalizar el proceso de difusión hacia sus pares.

Por último, se encontró que 51% de los productores tienen vínculos con alguno de los extensionistas presentes en la red y, como ya se ha visualizado (Figura 5-2), esto está muy relacionado con mayores niveles de radialidad y no de integración.

El nivel de innovación de los productores de hule, medido a través del índice de adopción de innovaciones (INAI), fue la variable con la menor variación (Cuadro 5-1). Sin embargo, la adopción de innovaciones en promedio es baja, ya que de las 49 innovaciones analizadas, en promedio se adoptan 38.5% en cada una de las ocho categorías. El productor con el mayor INAI casi adopta el 50% de las innovaciones, pero existen otros

que apenas están adoptando una quinta parte. Estos datos permiten argumentar que la difusión de información y conocimiento encaminado a detonar la innovación, debe ser estratégica con cierto tipo de productores y se deben promover innovaciones específicas para incrementar los niveles de eficiencia de las unidades de producción. Algunos autores han demostrado que mayores niveles de adopción de innovaciones están relacionados directamente con el crecimiento y consolidación de empresas ovinas (Martínez-González *et al.*, 2011), con mayor nivel de rendimiento en unidades de producción hortícola bajo invernadero (García Sánchez *et al.*, 2011) y con una mayor creación de valor económico en productores de palma de aceite (Aguilar-Gallegos *et al.*, 2013).

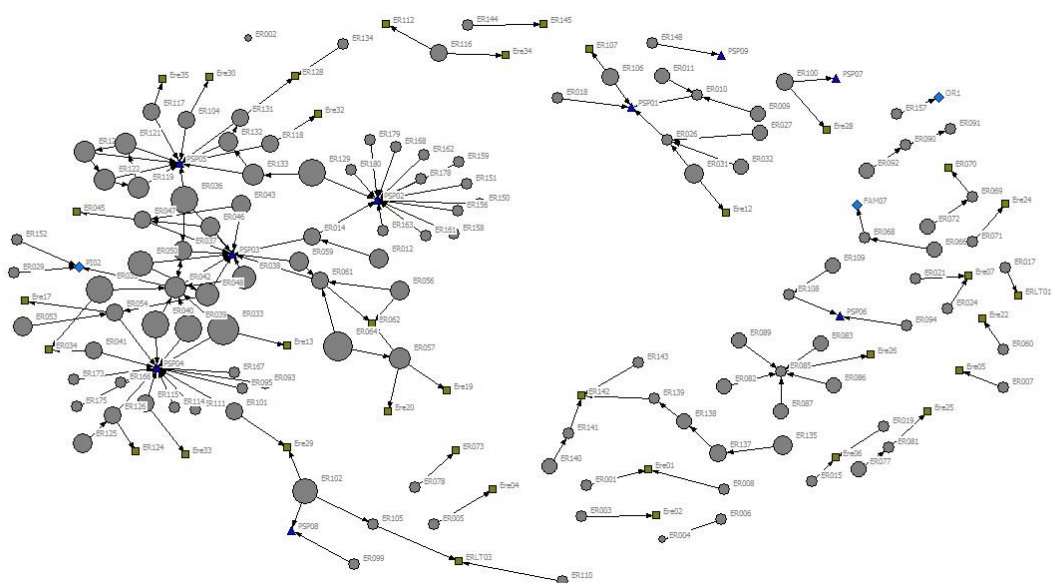
**Cuadro 5-1. Estadísticos descriptivos del análisis de redes sociales aplicado a la red de innovación de 120 productores de hule, incluyendo el indicador de adopción de innovaciones (INAI).**

| <b>Indicador/Variable</b>    | <b>Mín.<sup>s</sup></b> | <b>Media</b> | <b>Máx.</b> | <b>D.E.</b> | <b>C.V.</b> |
|------------------------------|-------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| Grado de salida              | 0.0000                  | 1.3583       | 3.0000      | 0.5912      | 43.5        |
| Grado de salida normalizado  | 0.0000                  | 0.8150       | 0.0180      | 0.0035      | 43.5        |
| Grado de entrada             | 0.0000                  | 0.4083       | 6.0000      | 0.9212      | 225.6       |
| Grado de entrada normalizado | 0.0000                  | 0.2450       | 0.0360      | 0.0055      | 225.6       |
| Intermediación               | 0.0000                  | 0.7417       | 16.0000     | 1.8909      | 255.0       |
| Intermediación normalizada   | 0.0000                  | 0.0027       | 0.0580      | 0.0069      | 252.9       |
| Integración                  | 0.0000                  | 0.0128       | 0.1630      | 0.0279      | 217.5       |
| Integración normalizada      | 0.0000                  | 0.3212       | 4.0660      | 0.6976      | 217.2       |
| Radialidad                   | 0.0000                  | 0.0430       | 0.1270      | 0.0252      | 58.7        |
| Radialidad normalizada       | 0.0000                  | 1.0779       | 3.1630      | 0.6322      | 58.7        |



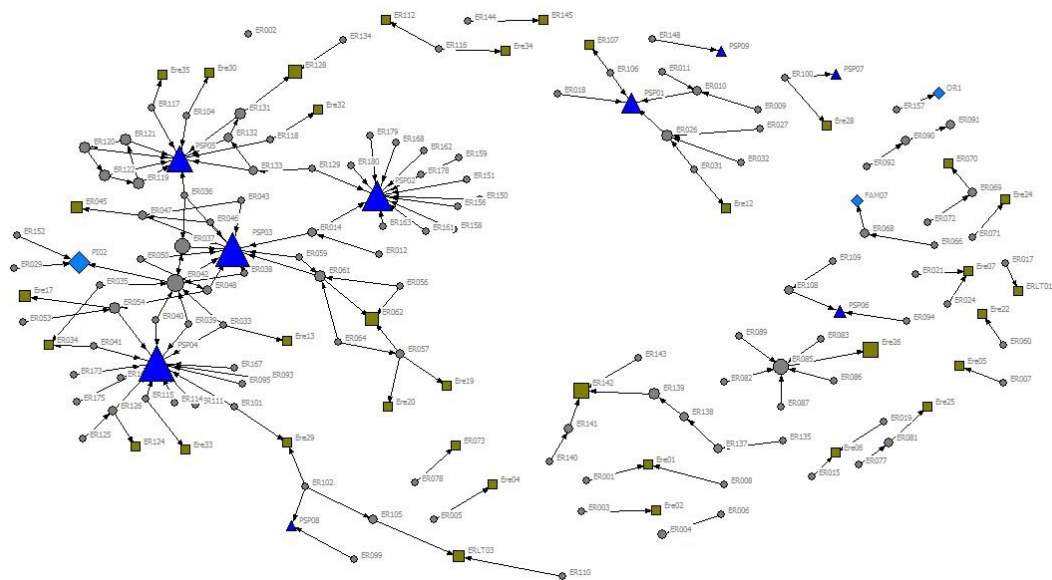
| Indicador/Variable      | Mín. § | Media  | Máx.   | D.E.   | C.V.  |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Centralidad de Bonacich | 0.0000 | 0.1680 | 2.6610 | 0.3860 | 229.7 |
| Vínculo con PSP         | 0.0000 | 0.5083 | 1.0000 | 0.5020 | 98.8  |
| INAI                    | 0.1917 | 0.3847 | 0.4816 | 0.0599 | 15.6  |

§ Mín: mínimo; Máx: máximo; D.E.: desviación estándar; C.V. coeficiente de variación (%).



El tamaño del nodo indica el nivel de radialidad normalizada de los productores de hule (círculos grises con iniciales ER), de los productores referidos pero no encuestados (cuadrados verdes con iniciales Ere, Er y ERLT), los extensionistas (triángulos azules rey, con iniciales PSP) y otros actores (diamantes en azul, con otras iniciales). El nivel de radialidad se calculó tomando como base todos los vínculos generados por los 120 productores en la red de innovación; por tanto, a mayor tamaño, mayor radialidad.

**Figura 5-4. Red de innovación y nivel de radialidad de los productores de hule.**



El tamaño del nodo indica el nivel de integración normalizado de los productores de hule (círculos grises con iniciales ER), de los productores referidos pero no encuestados (cuadrados verdes con iniciales Ere, Er y ERLT), los extensionistas (triángulos azules rey, con iniciales PSP) y otros actores (diamantes en azul, con otras iniciales). El nivel de integración se calculó tomando como base todos los vínculos generados por los 120 productores en la red de innovación; por tanto, a mayor tamaño, mayor integración.

**Figura 5-5. Red de innovación y nivel de integración de los productores de hule.**

#### 5.4.3. Correlación de los indicadores de ARS con los niveles de innovación

En el Cuadro 5-2, se reportan los resultados obtenidos del análisis de correlación entre los diferentes indicadores normalizados del ARS y el INAI, todos ellos referentes a los 120 productores de hule. El grado de salida (GS), es el indicador más correlacionado con las demás variables analizadas. De esta forma, está altamente correlacionado con la radialidad ( $p < 0.01$ ), debido a que este indicador se basa en los vínculos de salida de los productores y además va más allá de los vínculos directos. En la Figura 5-2, se había señalado cómo los productores están muy relacionados con los Extensionistas (VP) y en el Cuadro 5-2, se puede verificar esta correlación altamente significativa ( $p < 0.01$ ). Junto con ello, los GS están relacionados positiva y significativamente ( $p < 0.01$ ) con el INAI de los productores.

Con estos resultados se puede inferir que cuando los productores tienen mayores grados de salida y éstos consideran vínculos con un actor de relevancia técnica, como son los Extensionistas, se tiene una relación directa con los incrementos en el INAI. Situación que coincide con hallazgos reportados por otros autores (Aguilar-Gallegos *et al.*, 2013; Bozoğlu y Ceyhan, 2007; Isaac, 2012; Mariano *et al.*, 2012; Monge y Hartwich, 2008; Wood *et al.*, 2014), que si bien no evaluaron en su totalidad la adopción de innovaciones, sí lo hicieron para la adopción de prácticas y evaluaron el nivel de importancia que tienen los extensionistas en una red, entre otros elementos. De esta forma, los resultados encontrados permiten afirmar que dentro de una red de innovación existen vínculos que generan mayor nivel de innovación y por tanto pueden ser considerados como de calidad. Los extensionistas tienen un papel importante en el sector agrícola, ya que deben funcionar como un agente que propaga o difunde conocimientos y están asociados a acciones de promoción de nuevas tecnologías, capacitación y asistencia técnica a productores para mejorar su desempeño productivo (Muñoz y Santoyo, 2010), es decir, para incrementar sus niveles de innovación.

Con respecto a los grados de entrada (GE), éstos están alta y significativamente ( $p < 0.01$ ) correlacionados con la centralidad de Bonacich (CB), la integración (Ig) y, la intermediación (Im) (Cuadro 5-2), lo cual muestra la relevancia e importancia de los productores bien integrados en la red de innovación, cuya integración depende de sus grados de entrada. De esta forma, se puede concluir que un productor bien integrado está intermediando información y conocimiento entre pares de otros productores. Además, cuando un productor está integrado, su centralidad de Bonacich aumenta y por tanto puede lograr mayor influencia sobre otros productores, pudiendo ser considerado como nodo clave en estrategias encaminadas a difundir innovaciones dentro de las estructuras sociales

preexistentes entre los productores. Siguiendo con los argumentos de Bonacich (1972, 1987) el estatus o posición de un actor dentro de una red, y por lo tanto la influencia que tenga sobre los actores que en ella participan, no sólo dependerá de con quién esté conectado, sino también de aquellos con los que están conectados sus vínculos directos. Estos actores pueden ser de gran valía para la red de innovación pues otros productores socialmente distantes pueden verse beneficiados por sus vínculos indirectos, ya que como indica Granovetter (1973), es a través de los vínculos indirectos o débiles que un actor puede alcanzar información y conocimiento que no es accesible para él a través de los actores con los cuales está directamente conectado.

Los GE no están relacionados con los VP porque debido a la pregunta planteada en este estudio no fue posible recibir una nominación por parte de un PSP hacia un productor y esto debido a que sólo se encuestaron a productores y no a PSP, aunque no se duda que se pudieran encontrar elementos de interacción del tipo PSP→Productor.

Un hallazgo relevante es que los GE no están relacionados con el INAI (In); esto llama la atención porque si los GE se deben a las nominaciones de otros productores, sería lógico suponer que es porque los productores referidos tienen niveles de innovación más altos, pero los resultados muestran que no es así, lo cual lleva a plantear algunas probables causas que pudieran ser consideradas para futuras investigaciones: tomando como base las categorías propuestas por Rogers (2003), es posible que los productores innovadores sean los más integrados, pero una vez introducida la innovación, son los productores más radiales los que se apropian de la misma, representando los primeros adoptantes; otra posibilidad es que la fuerte presencia de los extensionistas (PSP) en la red hace que los productores prefieran tener fuentes de conocimiento más “profesionales” o “confiables” y junto con ello de mejor estatus en la red; en este sentido, Isaac (2012) encontró que los

productores tienden a disminuir su red egocéntrica y a enfocar sus vínculos hacia agentes de extensión. Por último, otra posibilidad es que los productores referencian a otros productores no sólo por sus niveles de innovación sino por otro tipo de características, ya sean por su generosidad para compartir conocimientos, de posicionamiento social, de estatus productivo, antigüedad en la actividad, etcétera. Al respecto, Muñoz *et al.* (2004) mencionan que en una red existen productores, que ellos llaman “referidos” y que son auténticos pioneros en la adopción de innovaciones y son mencionados como fuentes de información, además una de sus características es su actitud abierta para socializar conocimiento. De esta forma, se abre la posibilidad para futuras investigaciones de analizar redes longitudinales para evaluar la importancia que tienen diferentes actores en las diversas etapas de desarrollo de una red de innovación, así como el perfil psicológico o personalidad del productor.

Considerando la intermediación (Im), los resultados obtenidos (Cuadro 5-2) muestran que este indicador está correlacionado con la Centralidad de Bonacich (CB) ( $p < 0.01$ ), y además con la Integración (Ig) ( $p < 0.01$ ). A su vez, la Ig tiene una relación muy importante con la CB ( $p < 0.01$ ), lo cual indica que en la red de innovación, son importantes las nominaciones que reciben los productores y que provienen de sus pares porque es a través de esas nominaciones que los productores están bien integrados, son intermediarios y poseen mayores niveles de influencia dentro de la red. Es decir, estos productores tienen roles relevantes para difundir e intermediar información y conocimiento hacia la red.

Otro de los indicadores interesantes es la radialidad (Rd), ya que los resultados obtenidos en esta variable (Cuadro 5-2) corroboran lo que se visualiza en la Figura 5-2 y Figura 5-4, que existe correlación significativa entre la Rd de los productores y los vínculos que establecen con los Extensionistas (VP) ( $p < 0.01$ ). Además, también se encontró que la Rd

está relacionada positivamente con los niveles de innovación (INAI) ( $p < 0.01$ ) y, a su vez, los VP tienen relación con el INAI ( $p < 0.01$ ). Con estos resultados se vuelve a confirmar la importancia que tienen las fuentes de información y conocimiento de calidad, como son los Extensionistas, ya que cuando un productor los menciona, y por tanto se vuelven radiales a ellos, esto está relacionado con un mayor nivel de innovación.

**Cuadro 5-2. Correlación entre los indicadores obtenidos del ARS y los niveles de innovación (INAI) de los productores de hule.**

|           | <b>GS</b> | <b>GE</b> | <b>Im</b> | <b>Ig</b> | <b>Rd</b> | <b>CB</b> | <b>VP<sup>y</sup></b> | <b>In</b> |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|
| <b>GS</b> | 1         | 0.223     | 0.363     | 0.271     | 0.810     | 0.260     | 0.472                 | 0.352     |
|           |           | *         | **        | **        | **        | **        | **                    | **        |
| <b>GE</b> |           | 1         | 0.861     | 0.930     | 0.046     | 0.958     | 0.098                 | 0.028     |
|           |           |           | **        | **        | ns        | **        | ns                    | ns        |
| <b>Im</b> |           |           | 1         | 0.843     | 0.194     | 0.859     | 0.144                 | 0.098     |
|           |           |           |           | **        | *         | **        | ns                    | ns        |
| <b>Ig</b> |           |           |           | 1         | 0.115     | 0.983     | 0.112                 | 0.042     |
|           |           |           |           |           | ns        | **        | ns                    | ns        |
| <b>Rd</b> |           |           |           |           | 1         | 0.091     | 0.217                 | 0.336     |
|           |           |           |           |           |           | ns        | **                    | **        |
| <b>CB</b> |           |           |           |           |           | 1         | 0.105                 | 0.048     |
|           |           |           |           |           |           |           | ns                    | ns        |
| <b>VP</b> |           |           |           |           |           |           | 1                     | 0.272     |
|           |           |           |           |           |           |           |                       | **        |

|    | GS | GE | Im | Ig | Rd | CB | VP <sup>¥</sup> | In |
|----|----|----|----|----|----|----|-----------------|----|
| In |    |    |    |    |    |    |                 | 1  |

\* p<0.05; \*\* p<0.01; ns: no significativo; ¥ sólo para calcular la correlación de la variable vínculo con Extensionistas con las demás variables se utilizó el coeficiente de Tau-b de Kendall, en todas las demás se utilizó el coeficiente de Pearson; GS: Grado de salida normalizado; GE: Grado de entrada normalizado; Im: Intermediación normalizada; Ig: Integración normalizada; Rd: Radialidad normalizada; CB: Centralidad de Bonacich; VP: Vínculo con Extensionistas (PSP); In: INAI.

#### 5.4.4. Características de los productores integrados y radiales

Con la finalidad de conocer las características de los productores que están asociadas a los indicadores del ARS (Cuadro 5-2, sin incluir el In: INAI), se utilizaron éstos para realizar un análisis clúster (ver Sección 5.3.2), por medio de la distancia euclidiana al cuadrado y el método de aglomeración de Ward haciendo una modificación para obtener los datos normalizados. Se formaron tres grupos que se denominaron: 1. Poco radiales y poco integrados, constituido por 78 productores; 2. Medio radiales y muy integrados, con 17 productores y; 3. Muy radiales y poco integrados, con 25 productores.

Con los grupos formados, se analizaron las variables referidas a los factores i. Atributos del productor, ii. Percepción de su actividad productiva, iii. Unidad de producción, iv. Nivel de innovación, v. Parámetros productivos y económicos y, vi. Análisis de redes sociales. A través de técnicas univariadas se lograron encontrar diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos de productores (Cuadro 5-3), mismas que se discuten a continuación.

Los resultados muestran que existen atributos del productor asociados a los grupos formados (Cuadro 5-3). Esto es, los productores que forman el grupo 1. Poco radiales y poco integrados (G1), son los productores más jóvenes en la actividad. Por su parte, los productores del grupo 2. Medio radiales y muy integrados (G2), son los de mayor

experiencia en la producción de hule; por el contrario, los productores del grupo 3. Muy radiales y poco integrados, son los de menor experiencia (G3). Con esto se puede afirmar que los productores de menor edad establecen menos vínculos para la búsqueda de conocimiento, pero además no son referidos como actores fuente. A menor edad, los productores son poco radiales y poco integrados y viceversa. Por otra parte, los productores de mayor experiencia son más referidos por sus pares como actores importantes en la red y por tanto éstos están mejor integrados (G2), y los productores con menor experiencia son los más radiales (G3). A mayor experiencia, mayor la integración de un productor en la red. Las variables que no fueron significativas fueron la escolaridad y el género; sin embargo, en esta última variable (cuya significancia fue de  $p=0.116$ ) llama la atención observar que ninguna mujer está dentro del G2, lo cual indica que los productores más integrados son hombres en su totalidad. Las productoras mujeres están con mayor recurrencia en el G1 que son poco radiales y poco integrados, de esta forma es importante tener en cuenta mecanismos de integración de las mujeres en la red de innovación o que al menos establezcan nuevos vínculos para que puedan acceder a la red por diferentes vías, es decir, aumentar su radialidad.

Con respecto a la percepción que tiene el productor sobre su actividad productiva, se encontró que dos de tres variables fueron estadísticamente significativas (Cuadro 5-3). Así, para los productores del G1, la producción de hule no es su actividad principal y su proporción de ingresos proviene de otra actividad; al contrario para los otros dos grupos, en donde la mayor proporción de productores se dedican de tiempo completo a la actividad productiva y ésta representa más del 50% de sus ingresos.

En consecuencia, se puede afirmar que los productores más radiales tienen mayores incentivos de su actividad productiva y por ello buscan establecer más y mejores vínculos



en su red, alcanzando e insertándose a la misma por diferentes vías (Valente y Foreman, 1998). Además su percepción de la actividad es más positiva y esto puede estar influyendo a que sean fuente de información y conocimiento para otros productores, pues son los más integrados.

**Cuadro 5-3. Diferencias entre grupos de productores de hule, formados a partir de sus indicadores del ARS.**

| Variable                                                          | 1. Poco<br>radiales y poco<br>integrados | 2. Medio<br>radiales y muy<br>integrados | 3. Muy<br>radiales y poco<br>integrados | Sig.  |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|-------|
| Número de productores                                             | 78                                       | 17                                       | 25                                      |       |
| <i>i. Atributos del productor</i>                                 |                                          |                                          |                                         |       |
| Género (1=mujer) <sup>¥</sup>                                     | 0.1667a<br>(0.3751)                      | 0.0000a<br>(0.0000)                      | 0.0800a<br>(0.2769)                     | 0.116 |
| Edad (años)                                                       | 54.3590a<br>(13.4811)                    | 59.9412ab<br>(10.8770)                   | 61.5000b<br>(12.8605)                   | 0.036 |
| Escolaridad años)                                                 | 4.5897a<br>(3.1186)                      | 4.0000a<br>(2.8723)                      | 4.6000a<br>(3.7528)                     | 0.783 |
| Experiencia (años)                                                | 21.4416ab<br>(10.3485)                   | 26.5294b<br>(10.8864)                    | 19.5600a<br>(9.7940)                    | 0.093 |
| <i>ii. Percepción sobre su actividad productiva</i>               |                                          |                                          |                                         |       |
| Estatus de la actividad<br>(1=creciendo/consolidada) <sup>¥</sup> | 0.9103a<br>(0.2877)                      | 0.8235a<br>(0.3930)                      | 0.9600a<br>(0.2000)                     | 0.340 |
| Importancia de la actividad<br>(1=tiempo completo) <sup>¥</sup>   | 0.4872a<br>(0.5031)                      | 0.8235b<br>(0.3930)                      | 0.6800b<br>(0.4761)                     | 0.019 |
| Proporción de los ingresos<br>(1=mayor al 50%) <sup>¥</sup>       | 0.6795a<br>(0.4697)                      | 0.9412b<br>(0.2425)                      | 0.9200b<br>(0.2769)                     | 0.009 |
| <i>iii. Unidad de producción</i>                                  |                                          |                                          |                                         |       |
| Superficie en producción (ha)                                     | 2.8904a<br>(2.5600)                      | 3.0882a<br>(1.3805)                      | 3.4800a<br>(1.9973)                     | 0.543 |

| Variable                                         | 1. Poco<br>radiales y poco<br>integrados | 2. Medio<br>radiales y muy<br>integrados | 3. Muy<br>radiales y poco<br>integrados | Sig.   |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|
| Superficie en desarrollo (ha)                    | 0.0769ab<br>(0.3954)                     | 0.2941b<br>(0.6860)                      | 0.0000a<br>(0.0000)                     | 0.067  |
| Superficie de la plantación<br>(ha)              | 2.9673a<br>(2.7181)                      | 3.3824a<br>(1.3495)                      | 3.4800a<br>(1.9973)                     | 0.594  |
| Superficie total del productor<br>(ha)           | 10.9917a<br>(9.3613)                     | 7.5200a<br>(4.4060)                      | 9.2960a<br>(7.2133)                     | 0.264  |
| Proporción de la plantación en<br>producción (%) | 98.8544b<br>(4.9781)                     | 92.2547a<br>(18.7917)                    | 100.0000b<br>(0.0000)                   | 0.005  |
| Proporción del total con<br>plantación (%)       | 36.8479a<br>(27.2616)                    | 53.8800b<br>(28.6198)                    | 47.3560ab<br>(26.6162)                  | 0.035  |
| <i>iv. Nivel de innovación</i>                   |                                          |                                          |                                         |        |
| INAI                                             | 0.3702a<br>(0.0557)                      | 0.3974ab<br>(0.0559)                     | 0.4212b<br>(0.0598)                     | <0.001 |
| <i>v. Parámetros productivos y económicos</i>    |                                          |                                          |                                         |        |
| Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )               | 2,121.7394a<br>(435.3411)                | 2,080.5676a<br>(202.6753)                | 2,174.2340a<br>(181.3042)               | 0.709  |
| Ingreso (\$ ha <sup>-1</sup> )                   | 23,242.6791a<br>(4768.5155)              | 22,799.5451a<br>(2220.9851)              | 23,825.9840a<br>(1986.7906)             | 0.707  |
| <i>vi. Análisis de redes sociales</i>            |                                          |                                          |                                         |        |
| Grado de salida                                  | 0.0058a<br>(0.0010)                      | 0.0116b<br>(0.0026)                      | 0.0129c<br>(0.0022)                     | <0.001 |
| Grado de entrada                                 | 0.0012a<br>(0.0027)                      | 0.0116b<br>(0.0091)                      | 0.0002a<br>(0.0012)                     | <0.001 |
| Intermediación                                   | 0.0009a<br>(0.0027)                      | 0.0145b<br>(0.0119)                      | 0.0004a<br>(0.0018)                     | <0.001 |
| Integración                                      | 0.1370a<br>(0.3302)                      | 1.6032b<br>(1.0117)                      | 0.0241a<br>(0.1204)                     | <0.001 |
| Radialidad                                       | 0.7353a<br>(0.2893)                      | 1.4972b<br>(0.4807)                      | 1.8615c<br>(0.6431)                     | <0.001 |
| Centralidad de Bonacich                          | 0.0757a<br>(0.1873)                      | 0.8192b<br>(0.6349)                      | 0.0132a<br>(0.0658)                     | <0.001 |

| <b>Variable</b>                        | <b>1. Poco<br/>radiales y poco<br/>integrados</b> | <b>2. Medio<br/>radiales y muy<br/>integrados</b> | <b>3. Muy<br/>radiales y poco<br/>integrados</b> | <b>Sig.</b> |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------|
| Vínculo con Extensionista <sup>¥</sup> | 0.3333a<br>(0.4745)                               | 0.9412b<br>(0.2425)                               | 0.7600b<br>(0.4359)                              | <0.001      |

<sup>¥</sup> En estas variables se utilizó la prueba de ji-cuadrada para encontrar las diferencias entre los grupos, en los demás casos se utilizó una prueba de comparación de medias de Scheffé; a, b, c medias con diferentes literales por fila, indican diferencias estadísticamente significativas según el nivel de significancia reportado.

De las variables incluidas en el factor unidad de producción (Cuadro 5-3), los resultados muestran que los tres grupos de productores poseen superficies en producción iguales estadísticamente ( $p < 0.05$ ), no así la superficie en desarrollo en donde los productores del G2 son los que están sembrando nuevas plantaciones. Este tipo de resultados llevan a plantear que los productores del G2 son más referidos también debido a que están desarrollando nuevas plantaciones. Además, se encontró que los productores del G1 tienen una menor proporción de su superficie total destinada a la producción de hule, lo cual permite suponer que posiblemente estos productores no tienen los incentivos suficientes para establecer vínculos con sus pares, pues para ellos no es tan relevante la producción de hule con respecto a la dotación de tierra que poseen y eso se respalda también en el hecho de que su principal fuente de ingresos no proviene de esta actividad productiva. Aguilar *et al.* (2013) encontraron que el tamaño de la unidad de producción en hectáreas en cultivos como cacao, hule y palma de aceite, explica los niveles de innovación de los productores: cuando los productores tienen mayor superficie con el cultivo, tienden a adoptar más innovaciones. Resultados similares reportaron Jara-Rojas *et al.* (2012) en la adopción de prácticas para la conservación de agua.

Como se mostró en el Cuadro 5-2, el nivel de innovación de los productores está muy relacionado con la radialidad; sin embargo, con la formación de los grupos se encontraron resultados más contundentes y no sólo relacionados a la radialidad sino también a la integración. Por consiguiente, los resultados indican que a menor radialidad y menor integración en la red (productores del G1), los productores tienden a niveles de innovación más bajos. Por el contrario, cuando son más radiales (productores del G3 y G2), sus niveles de innovación son más altos (Cuadro 5-3). Esto está relacionado al hecho de que al poseer más y variadas fuentes de conocimiento, a través de los grados de salida y sus vínculos indirectos, los productores logran adoptar más innovaciones, lo cual aporta evidencia empírica a lo indicado por Granovetter (1973) sobre la importancia de los vínculos indirectos que un actor posee. Por otra parte, los productores más integrados (G2) no son los productores más innovadores, aunque estadísticamente no hay diferencias significativas entre el G2 y G3, ni entre el G2 y G1; lo que implica que existen otros atributos, que hacen que los productores más integrados sean fuente de conocimiento para sus pares, tales como la edad, la experiencia en la actividad, el mayor tiempo que le dedican a la misma, que están sembrando nuevas plantaciones, la mayor propensión a compartir, entre otros.

Con respecto a los parámetros productivos y económicos, los resultados encontrados sugieren que la actividad productiva del hule es muy homogénea entre los grupos de productores ya que no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 5-3). Los coeficientes de variación son de 20.5%, 9.7% y 8.3, para los grupos 1, 2 y 3, respectivamente, siendo la misma situación para el caso del ingreso bruto por hectárea. Estos resultados son interesantes porque se supone que los niveles de innovación de los productores no sólo tienen que ver con la creación de valor económico, sino con otros

aspectos, por ejemplo: estatus en la actividad productiva, articulación entre los productores y posiblemente, generación de otro tipo de resultados e impactos derivados de la innovación, como puede ser el uso y cuidado más eficiente de los recursos naturales, organización de productores, acceso a mercados, entre otros. Sin embargo, con los resultados mostrados no se puede comprobar dicha suposición, abriendo así una brecha para futuras investigaciones que quieran comprobar el impacto de las innovaciones no sólo en la generación de valor económico.

Por último, se tienen las variables del ARS, mismas que dieron origen a la agrupación de los productores. En ellas se puede observar que el indicador más significativo entre los grupos fueron los grados de salida y en consecuencia el nivel de radialidad (Cuadro 5-3), lo cual muestra la importancia de que los productores estén vinculados con otros actores como los extensionistas y no sólo con productores, lo que a su vez les permitirá ser más radiales y también más integrados en la red; es decir, cuando un productor está vinculado a un extensionista, el productor se vuelve radial al extensionista, pero a su vez el productor puede ser fuente de conocimiento para sus pares y por tanto también puede estar mejor integrado en la red; y con buenos niveles en estos dos indicadores los productores tenderán a tener mejores niveles de innovación. Esto da cuenta de la importancia estratégica de los servicios de extensión.

Los productores del G2 muestran una relevancia importante en la red de innovación, debido a que tienen mejores indicadores de grados de entrada, intermediación, integración y de centralidad de Bonacich, lo cual confirma que estos productores podrían ser estratégicos al momento de implementar estrategias de difusión de innovaciones (ver Aguilar *et al.*, 2011; Muñoz *et al.*, 2007a), aún más cuando ya están vinculados con otras fuentes de conocimiento como son los extensionistas. En este punto se coincide con

Valente (1995) porque si no se consideran a este tipo de actores en la difusión de innovaciones, estos procesos quedarían restringidos a grupos poco conectados, asilados o muy cerrados.

## **5.5. CONCLUSIONES**

Este artículo hizo énfasis en que el ARS es útil para analizar los patrones de interacción entre productores y actores presentes en una red, lo que permite entender los procesos de búsqueda de información y conocimiento para innovar. Además, se resaltó la importancia de considerar los vínculos indirectos en un proceso de intercambio de información entre diversos actores y no sólo los vínculos directos que poseen los productores; esto tiene implicaciones de interés debido a que un productor puede acceder a información socialmente distante a través de otros actores con los cuales está directamente conectado. En este estudio los productores muy integrados sólo representaron el 14% del total de los productores analizados, lo cual también tiene implicaciones importantes, pues a través de un número reducido de productores se puede alcanzar un mayor número de productores, ya que éstos están bien integrados en la red. Estos actores permitirían que nueva información y conocimiento vertido a la red se difunda rápidamente. Sin embargo, en este punto nuestro estudio tiene una limitante debido a que hace falta analizar de forma longitudinal estos cambios dinamizados a través de los actores mencionados.

Los hallazgos en este artículo permiten recomendar que ciertos programas o proyectos encaminados a catalizar la innovación agrícola, vía servicios de extensionismo, tengan en cuenta los patrones de interacción preexistentes en la red de información y conocimiento que cotidianamente se intercambia entre los productores agrícolas. Además, se deben considerar otras variables que resultaron significativas en este estudio tales como

superficie de los cultivos, interés en la actividad productiva, y por supuesto, que sean altamente referidos por sus pares, es decir que estén integrados en la red. Aunado a ello, dentro de los mecanismos de difusión, se debe considerar a los productores radiales, pues si bien ellos no son tan referidos por sus pares, saben cómo acceder e insertarse bien a la red. Así, es deseable que los mecanismos iniciales de difusión se inicien con la ayuda de actores exógenos (por ejemplo extensionistas) a la red y, posteriormente, con cierto nivel de seguimiento, pueden ser dinamizados de forma endógena por la misma articulación existente entre los productores.

## **5.6. LITERATURA CITADA**

- Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., Muñoz Rodríguez, M., Altamirano Cárdenas, J. R., y Santoyo Cortes, V. H. (2011). Agencias para la gestión de la innovación en territorios rurales. In M. Del Roble Pensado Leglise (Ed.), *Territorio y ambiente: aproximaciones metodológicas* (pp. 79–98). Siglo XXI.
- Aguilar Gallegos, N., Muñoz Rodríguez, M., Santoyo Cortés, V. H., y Aguilar Ávila, J. (2013). Influencia del perfil de los productores en la adopción de innovaciones en tres cultivos tropicales. *Teuken Bidikay*, 4, 207–228.
- Aguilar-Gallegos, N., Muñoz-Rodríguez, M., Santoyo-Cortés, H., and Aguilar-Ávila, J. (2013). Innovations that generate economic value in palm oil plantations in Mexico. In *Agriculture, Biotechnology & Sustainability. PIPOC International Palm Oil Congress*. 19-21 November 2013. (pp. 22–26). Kuala Lumpur, Malaysia: Malaysian Palm Oil Board (MPOB).

- Bonacich, P. (1972). Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification. *The Journal of Mathematical Sociology*, 2(1), 113–120. doi:10.1080/0022250X.1972.9989806.
- Bonacich, P. (1987). Power and centrality: A family of measures. *American Journal of Sociology*, 92(5), 1170–1182.
- Borgatti, S. P. (2002). *Netdraw Network Visualization*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., and Freeman, L. C. (2002). *Ucinet for Windows: software for social network analysis*. Harvard, MA: Analytic Technologies.
- Bozoğlu, M., and Ceyhan, V. (2007). Measuring the technical efficiency and exploring the inefficiency determinants of vegetable farms in Samsun province, Turkey. *Agricultural Systems*, 94(3), 649–656. doi:10.1016/j.agry.2007.01.007.
- Costenbader, E., and Valente, T. W. (2003). The stability of centrality measures when networks are sampled. *Social Networks*, 25(4), 283–307. doi:10.1016/S0378-8733(03)00012-1.
- De Nooy, W., Mrvar, A., and Batagelj, V. (2005). *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. Cambridge University Press (p. 334). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Freeman, L. C. (1979). Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215–239. doi:10.1016/0378-8733(78)90021-7.
- Freeman, L. C., Borgatti, S. P., and White, D. R. (1991). Centrality in valued graphs: A measure of betweenness based on network flow. *Social Networks*, 13(2), 141–154. doi:10.1016/0378-8733(91)90017-N.



- García Sánchez, E. I., Aguilar Ávila, J., y Bernal Muñoz, R. (2011). La agricultura protegida en Tlaxcala, Méjico: La adopción de innovaciones y el nivel de equipamiento como factores para su categorización. *Teuken Bidikay*, 2, 10–11.
- Granovetter, M. S. (1973). The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360–1380. doi:10.1086/225469.
- Hanneman, R. A., and Riddle, M. (2011). Concepts and measures for basic network analysis. In J. Scott and P. J. Carrington (Eds.), *The SAGE Handbook of Social Network Analysis* (pp. 340–369). London, UK: SAGE.
- Hartwich, F., Monge Pérez, M., Ampuero Ramos, L., and Soto, J. L. (2007). Knowledge management for agricultural innovation: lessons from networking efforts in the Bolivian Agricultural Technology System. *Knowledge Management for Development Journal*, 3(2), 21–37.
- Hayami, Y., y Ruttan, V. W. (1989). *Desarrollo agrícola: una perspectiva internacional*. Fondo de Cultura Económica (p. 542). México, D. F.: Fondo de Cultura Económica.
- Isaac, M. E. (2012). Agricultural information exchange and organizational ties: The effect of network topology on managing agrodiversity. *Agricultural Systems*, 109, 9–15. doi:10.1016/j.agry.2012.01.011.
- Jackson, M. O. (2008). *Social and economic networks*. Princeton University Press (p. 459). New Jersey, USA: Princeton University Press.
- Jara-Rojas, R., Bravo-Ureta, B. E., and Díaz, J. (2012). Adoption of water conservation practices: A socioeconomic analysis of small-scale farmers in Central Chile. *Agricultural Systems*, 110, 54–62. doi:10.1016/j.agry.2012.03.008.
- Johnson, D. E. (1998). *Métodos multivariados aplicados al análisis de datos* (p. 566). México, D. F.: International Thompson Editores S.A. de C.V.

- Klerkx, L., Aarts, N., and Leeuwis, C. (2010). Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems*, 103(6), 390–400. doi:10.1016/j.agsy.2010.03.012.
- Klerkx, L., Hall, A., and Leeuwis, C. (2009). Strengthening agricultural innovation capacity: are innovation brokers the answer? *International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology*, 8(5/6), 409–438. doi:10.1504/IJARGE.2009.032643.
- Klerkx, L., and Leeuwis, C. (2008). Matching demand and supply in the agricultural knowledge infrastructure: Experiences with innovation intermediaries. *Food Policy*, 33(3), 260–276. doi:10.1016/j.foodpol.2007.10.001.
- Mariano, M. J., Villano, R., and Fleming, E. (2012). Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. *Agricultural Systems*, 110, 41–53. doi:10.1016/j.agsy.2012.03.010.
- Marin, A., and Wellman, B. (2011). Social network analysis: An introduction. In J. Scott and P. J. Carrington (Eds.), *The SAGE Handbook of Social Network Analysis* (pp. 11–25). London, UK: SAGE.
- Marsden, P. V. (1990). Network data and measurement. *Annual Review of Sociology*, 16(1), 435–463. doi:10.1146/annurev.so.16.080190.002251.
- Marsden, P. V. (2005). Recent development in network measurement. In P. J. Carrington, J. Scott, and S. Wasserman (Eds.), *Models and methods in social network analysis* (pp. 8–30). New York: Cambridge University Press.

- Marsden, P. V. (2011). Survey methods for network data. In J. Scott and P. J. Carrington (Eds.), *The SAGE Handbook of Social Network Analysis* (pp. 370–388). London, UK: SAGE.
- Martínez-González, E. G., Muñoz-Rodríguez, M., García-Muñiz, J. G., Santoyo-Cortés, V. H., Altamirano-Cárdenas, J. R., y Romero-Márquez, C. (2011). El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios en activos: lecciones aprendidas. *Agronomía Mesoamericana*, 22(2), 367–377.
- Monge Pérez, M., y Hartwich, F. (2008). Análisis de Redes Sociales aplicado al estudio de los procesos de innovación agrícola. *REDES-Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 14(2), 1–31.
- Muñoz Rodríguez, M., Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., y Altamirano Cárdenas, J. R. (2007a). Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. UACH - CIESTAAM (p. 72). Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM / PIIAI.
- Muñoz Rodríguez, M., Altamirano Cárdenas, J. R., Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., y Espejel García, A. (2007b). Innovación: motor de la competitividad agroalimentaria. Políticas y estrategias para que en México ocurra. UACH - CIESTAAM (p. 307). Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM / PIIAI.
- Muñoz Rodríguez, M., Rendón Medel, R., Aguilar Ávila, J., García Muñiz, J. G., Altamirano Cárdenas, J. R. (2004). Redes de innovación: un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el desarrollo rural. Fundación PRODUCE Michoacán, A.C./Universidad Autónoma Chapingo.

- Muñoz Rodríguez, M., y Santoyo Cortes, V. H. (2010). Del extensionismo a las redes de innovación. In J. Aguilar Ávila, J. R. Altamirano Cárdenas, y R. Rendón Medel (Eds.), *Del extensionismo a las redes de innovación* (pp. 31–69). Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM.
- Muñoz-Rodríguez, M., y Altamirano-Cárdenas, J. R. (2008). Modelos de innovación en el sector agroalimentario mexicano. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 5(2), 185–211.
- Narayanam, R., and Narahari, Y. (2011). Topologies of strategically formed social networks based on a generic value function—Allocation rule model. *Social Networks*, 33(1), 56–69. doi:10.1016/j.socnet.2010.10.004.
- OECD. (2005). *Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. Organisation for Economic Co-operation and Development (Third Edit., p. 188). París: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD. (2013). *Regions and Innovation: Collaborating across Borders*. OECD Publishing. doi:http://dx.doi.org/10.1787/9789264205307-en
- OECD. (2014). *Innovation and Modernising the Rural Economy*. Organisation for Economic Co-operation and Development (p. 148). Organisation for Economic Co-operation and Development. doi:10.1787/9789264205390-en
- Perez, C. (2004). Technological revolutions, paradigm shifts and socio-institutional change. In E. S. Reinert (Ed.), *Globalization, economic development and inequality an: alternative perspective* (pp. 217–242). Cheltenham, UK.
- Porras, J. I. (2005). Redes. Fundamentos, alcances y expectativas de una iniciativa editorial. In J. I. Porras y V. Espinoza (Eds.), *Redes: Enfoque y Aplicaciones del*

- Análisis de Redes Sociales (ARS) (pp. 5–13). Santiago, Chile: Editorial Universidad Bolivariana.
- Rajalahti, R., Janssen, W., and Pehu, E. (2008). Agricultural Innovation Systems: From Diagnostics toward Operational Practices Systems. The World Bank (p. 87). Washington, DC: Agriculture and Rural Development Department, World Bank.
- Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovations. Free Press (Fifth Edit., p. 535). New York, USA: Free Press.
- SAS. (2004). SAS/STAT (R). User's Guide, Version 9. Statistical Analysis System (p. 480). Cary, N.C., USA: Statistical Analysis System.
- SCAR, E. (2012). Agricultural Knowledge and Innovation Systems in Transition – a reflection paper. European Commission (p. 117). Brussels: European Commission. doi:10.2777/34991.
- Spielman, D. J., Ekboir, J., and Davis, K. (2009). The art and science of innovation systems inquiry: Applications to Sub-Saharan African agriculture. *Technology in Society*, 31(4), 399–405. doi:10.1016/j.techsoc.2009.10.004.
- Spielman, D. J., Ekboir, J., Davis, K., and Ochieng, C. M. O. (2008). An innovation systems perspective on strengthening agricultural education and training in sub-Saharan Africa. *Agricultural Systems*, 98, 1–9. doi:10.1016/j.agsy.2008.03.004.
- Valente, T. W. (1995). Network models of the diffusion of innovations. Hampton Press (p. 163). Cresskill, NJ: Hampton Press.
- Valente, T. W. (1996). Social network thresholds in the diffusion of innovations. *Social Networks*, 18(1), 69–89.

- Valente, T. W., and Foreman, R. K. (1998). Integration and radiality: measuring the extent of an individual's connectedness and reachability in a network. *Social Networks*, 20(1), 89–105. doi:10.1016/S0378-8733(97)00007-5.
- Wasserman, S., and Faust, K. (1994). *Social Network Analysis: methods and applications*. Cambridge University Press (p. 827). New York, USA: Cambridge University Press.
- Wood, B. A., Blair, H. T., Gray, D. I., Kemp, P. D., Kenyon, P. R., Morris, S. T., and Sewell, A. M. (2014). Agricultural science in the wild: a social network analysis of farmer knowledge exchange. *PloS One*, 9(8), e105203. doi:10.1371/journal.pone.0105203.
- World Bank. (2012). *Agricultural innovation systems: an investment sourcebook*. The World Bank. Washington, DC: The World Bank. doi:10.1596/978-0-8213-8684-2.

## **CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES GENERALES**

En este capítulo final de la tesis se discuten los principales hallazgos de la presente investigación. Los resultados mostrados en los Capítulos 2 al 5, serán vinculados en una discusión general con los objetivos generales y las preguntas de investigación (Sección 6.1). Posteriormente, se presentan los aportes tanto teóricos como empíricos (Sección 6.2) que tienen implicaciones de política pública y pueden proveer evidencia para una mejor toma de decisiones, esto se presenta en la Sección 6.3. Finalmente, en la Sección 6.4 se discute sobre ciertas limitaciones que se tuvieron en el desarrollo de la investigación, y además se hacen algunas recomendaciones para futuras investigaciones.

### **6.1. DISCUSIÓN GENERAL**

Partiendo de la primera pregunta de investigación *¿Cómo establecen sus interacciones los productores primarios para la adopción de innovaciones con fines de creación de valor?*, los resultados obtenidos en el Capítulo 2 demostraron que la adopción de innovaciones, con el fin de crear valor económico, depende de diferentes factores, destacando el perfil del productor como son el género, la edad, escolaridad, experiencia (años practicando la actividad) y, la superficie de la plantación. Se encontró también que los productores que adoptan más innovaciones obtienen mejores rendimientos y además logran mayor creación de valor económico (Capítulos 3 y 4). Sin embargo, es importante recalcar que el incremento en la adopción debe ser estratégica (Capítulo 4) y no sólo nos referimos a adoptar por adoptar, de esta forma los resultados sugieren que la adopción debe estar asociada a las innovaciones que mejor se adapten al tipo de productor (Capítulos 3 y 4); es decir, mientras para los productores menos adoptantes las innovaciones referidas a conocimientos básicos como la distribución de los residuos de cosecha tienen más

relevancia; para otros productores más adoptantes, las innovaciones con mayor demanda de conocimiento y además de confianza entre productores, como es la organización cobran mayor importancia.

Así mismo, cuando los productores están vinculados con sus pares y sobre todo con fuentes de información y conocimiento, como son los extensionistas que integran las Agencias de Gestión de la Innovación (AGI), tienden a adoptar más innovaciones y por ende, la creación de valor económico es mayor; estos argumentos basados en las diferencias estadísticas encontradas (Capítulo 3) y las variables incluidas en las estructuras canónicas y que por supuesto discriminaron la formación de los grupos de productores (Capítulo 4). Con respecto a los productores con los cuales se establecen vínculos, resultan relevantes atributos como la experiencia en la actividad productiva o los que están estableciendo nuevas plantaciones (Capítulo 5). Por su parte, los vínculos que establecen los productores para el acceso a información y conocimiento para innovar, no sólo están limitados a los vínculos directos (Capítulo 3), sino también a los indirectos (Capítulo 5), es decir, aquellos vínculos que tienen otros productores con los cuales un productor dijo estar vinculado.

La segunda pregunta de investigación que se abordó en esta tesis fue *¿Qué actores de la red de innovación están presentes en los territorios donde se cultivan plantaciones como Cacao, Hule y Palma de aceite?* En este caso, los resultados demostraron que los productores se vinculan a diferentes tipos de actores presentes en los territorios, incluyendo otros productores, instituciones de enseñanza e investigación, proveedores de insumos y equipo, así como a extensionistas (ver Figura 3-3 y Figura 5-2) agrupados en las denominadas AGI (Capítulo 3 y 4), y por PSP (Capítulo 5). Los hallazgos encontrados sugieren que existen grupos de productores que conforman redes más vinculadas con



actores relevantes que poseen información y conocimiento a nivel profesional (Capítulo 3, 4 y 5), lo cual se traduce en mayores índices de innovación (Capítulo 3); esto ha ocasionado ciertos niveles de homofilia entre los grupos de productores (los que menos adoptan no se vinculan a los que más adoptan y viceversa), lo cual tiene severas implicaciones para la difusión de innovaciones al obstaculizar el flujo de información entre los actores que conforman la red (Capítulo 3).

Por otro lado, dentro de los actores presentes en la red, se detectaron aquellos productores que son más referenciados por sus pares como fuentes de información (Capítulo 5), los cuales en un momento dado podrían servir como “nodos semilla” en un proceso de difusión. Los resultados encontrados indican también que las redes están dispersas y poco conectadas (Capítulos 3 y 5), lo cual conlleva a considerar que se debería trabajar en la articulación entre productores, en donde los productores bien conectados pueden ser de mucha ayuda, pero a su vez, se debe tener en consideración las barreras que la homofilia representa (Capítulo 3).

Respecto a la tercera pregunta de investigación *¿Cuáles deberían ser los lineamientos de política pública para incentivar la interacción entre e intra actores en las redes de innovación?* Parte de esta pregunta se ha logrado contestar con la pregunta anterior, sin embargo, diferentes lineamientos pueden derivarse de los resultados encontrados para incentivar esta interacción. Primero, los resultados demostraron que existen redes que son más difíciles de articular porque existe cierto nivel de homofilia entre los productores (Capítulo 3), de esta forma lo que se debería considerar es iniciar la interacción dentro de cada sub red y posteriormente escalar los vínculos entre grupos, esto apoyado de los productores que ya están sirviendo como puente entre ellos (ver Figura 3-3). Segundo, existen actores menos vinculados que otros y esto depende de ciertas características

propias de los productores. Por ejemplo, los resultados revelaron que los productores con más experiencia en la actividad productiva del hule tienden a estar más integrados a la red de innovación (Capítulo 5); por tanto, una estrategia que se propone es la selección de actores bien conectados para que apoyen los procesos de interacción y con ello se formen nuevos vínculos en la red. Otro ejemplo, radica en vincular más a las productoras mujeres, pues básicamente están poco integradas y son más radiales (Capítulo 5) y no establecen tantos vínculos como lo hacen los hombres (Capítulo 3 y 5), lo cual resulta en que tienen niveles de innovación de bajos a intermedios (Capítulo 3 y 4). Tercero, los resultados obtenidos de la formación de grupos, a través de técnicas estadísticas multivariadas, permite entender que dentro de cada grupo existen diferencias que deben ser atendidas siguiendo diferentes estrategias (Capítulo 4). Así, con algunos grupos de productores se debe trabajar más en la interacción entre pares y en otros grupos se debe promover la interacción con otros actores de diferente rol, para ello se plantea la necesidad de contar con cierto tipo de actores dentro de la red que tengan un papel más de orquestador sistémico o de intermediario de la innovación. Dado el rol de este actor, necesariamente debe ser financiado con recursos públicos en el marco de los programas de extensionismo.

## **6.2. CONTRIBUCIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Durante el desarrollo de esta tesis y el proceso de responder a las preguntas de investigación, se pueden encontrar ciertas contribuciones tanto teóricas como prácticas, entre las cuales se destacan las siguientes.

Con respecto al tema de innovación, se lograron conjuntar aportes realizados por otros autores (Schumpeter, 1939; Leeuwis y Van den Ban, 2004; Rogers, 2003; OECD, 2005; Spielman *et al.*, 2008) sobre el término “innovación” y se focalizó su aplicación a nivel

agrícola. Así, se resaltó lo que se considera como “innovación” referida no sólo a la adopción de nuevas prácticas o tecnologías, sino también al impacto que genera su adopción. Aunado a esto, se contribuyó con la literatura existente al aportar mayor evidencia sobre la medición de la innovación a través de una variable continua, llamada INAI: índice de adopción de innovaciones, que fue propuesta por Muñoz *et al.* (2007), utilizándola como variable dependiente (Capítulo 2) así como independiente (Capítulos 3 y 5). Otros estudios han tomado como variable dependiente la adopción de prácticas o tecnologías y lo han hecho a nivel de una variable dicotómica (por ejemplo, Mariano *et al.*, 2012) y en otros casos como variable de conteo (por ejemplo, Jara-Rojas *et al.*, 2012). Así, con el INAI se demostró que a mayor nivel de adopción de innovaciones, mayor es la creación de valor económico y viceversa; también, que los productores mejor conectados dentro de una red tienen INAI mayores.

Sin embargo, existe la necesidad de discutir más sobre lo qué se debe considerar como innovación o como prácticas cotidianas realizadas por los productores. De esta forma, se coincide con Leeuwis y Van den Ban (2004) en el sentido que es necesario concebir a la innovación de una forma más pragmática y entender que la innovación no solamente está compuesta por nuevas tecnologías o procedimientos, sino también por prácticas nuevas o adaptadas, incluyendo las condiciones por las cuales las prácticas ocurren. Hay que recordar además, que el aspecto de “novedad” de una innovación puede ser expresada en términos de conocimiento, persuasión, o una decisión de su adopción (Rogers, 2003). La OECD (2005), indica que si para una empresa un producto, un proceso, un método de comercialización o un método de organización es nuevo, entonces se trata de una innovación para ésta; incluso si otra empresa puede ya estarlos aplicando. Aun así, consideramos que algunas innovaciones mencionadas en esta tesis pudieran ser tratadas

como prácticas o actividades. Lo cual implica, que se debe seguir trabajando tanto en la definición de innovación como en la forma de evaluar los resultados generados por su adopción.

Con respecto al tema de los factores que influyen en la adopción, existe una amplia literatura sobre los factores que determinan la adopción tanto de prácticas, tecnologías así como de innovaciones (por ejemplo, Bozoğlu y Ceyhan, 2007; Hartwich *et al.*, 2007; Pannell *et al.*, 2006; Mariano *et al.*, 2012). En este sentido, con esta investigación se contribuye a entender más esos factores, pero se agrega un elemento de mayor relevancia pues se hace por grupos de productores, los cuales fueron elaborados considerando múltiples variables y no una sola, como puede ser el tamaño de la unidad de producción. Desde esta perspectiva, y con el entendimiento sobre las variables y factores que están asociadas a la adopción, se contribuyó con las aportaciones de Birner *et al.* (2009) y se revela cómo la gestión de la innovación puede tener una visión más estratégica difundiendo innovaciones “que mejor se adapten (*best-fit*)” a las necesidades del productor, en lugar de seguir promoviendo un enfoque de “una sola talla para todos (*one-size-fit-all*)”. Aunado a estos factores, relacionados con la adopción, se contribuyó con mayor evidencia sobre la importancia que juegan los vínculos que establece el productor dentro de la red de innovación y por supuesto, el rol que juegan los diferentes actores en ella. Sin embargo, se debe considerar que los actores responden a diferentes incentivos para articularse entre ellos (Dutrénit *et al.*, 2010) y en el caso de los productores para adoptar ciertas innovaciones (Chauvet *et al.*, 2012); de esta forma, es necesario seguir investigando sobre los beneficios que obtiene cada uno de los diferentes actores inmersos en la red, con este estudio se respondió sobre algunos beneficios para los productores.

En relación al enfoque del análisis de redes sociales (ARS), varios autores (Rogers, 2003; Spielman *et al.*, 2009; Valente, 1996) han destacado la importancia de analizar los intercambios de información y conocimiento para la innovación, en donde metodologías robustas como el ARS pueden ser de gran relevancia (Valente, 1995). Así, nuestra contribución se basa en la incorporación de nuevo conocimiento en el entendimiento de los indicadores de integración y radialidad propuestos por Valente y Foreman (1998) y que todavía no habían sido utilizados en el tema de la adopción de innovaciones. Por lo regular otros autores que han utilizado el ARS, se han basado sólo en indicadores de los vínculos directos. Por lo tanto, se destaca en este trabajo la importancia de los vínculos indirectos que los productores tienen a través de los productores con los cuales están directamente conectados (Capítulo 5). De esta forma, se contribuye a lo indicado por Granovetter (1973), pues otros productores socialmente distantes pueden verse beneficiados por sus vínculos indirectos, ya que se encontró que los productores más integrados y radiales tienen INAI más altos. Por último, a través de los hallazgos de la investigación, se contribuye en acentuar la importancia de los indicadores del ARS para seleccionar productores clave que sirvan como “nodos semilla” para la difusión de nueva información y conocimiento para innovar. Además, con el mismo enfoque, se resaltó la importancia de los extensionistas dentro de la red, los resultados demostraron que cuando los productores están conectados a extensionistas, existe más nivel de adopción y la generación de valor es mayor.

Finalmente, al respecto de los análisis estadísticos utilizados, varios han sido los autores que han utilizado análisis estadísticos multivariados para encontrar los factores que influyen en la adopción de prácticas, tecnologías e innovaciones; entre ellos están los modelos logit y Poisson (por ejemplo, Jara-Rojas *et al.*, 2012; Mariano *et al.*, 2012; Gilles

*et al.*, 2013); sin embargo, estos análisis se han realizado considerando a la muestra como un todo. En nuestro caso utilizamos un análisis de agrupamiento o clúster para formar grupos homogéneos, posterior a ello se aplicaron análisis comparativos entre los grupos obtenidos. También se incorporó el uso del análisis canónico discriminante para encontrar las variables que ayudan a diferenciar los grupos formados y que además están relacionadas entre sí. De esta forma, se contribuye con el uso de estos métodos, pues hasta ahora se han utilizado muy poco, encontrando que fueron de utilidad para resolver las preguntas de investigación planteadas. Además, se enfatiza en que los grupos se pueden formar a través de variables dicotómicas de adopción/no adopción, lo cual permite formar grupos compactos y homogéneos. Así, contribuimos en la parte metodológica también porque estos mismos procedimientos pueden ser utilizados para evaluar otro tipo de objetos de estudio.

### **6.3. IMPLICACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA**

Partiendo de los principales hallazgos reportados en esta investigación, éstos se pueden combinar y permitir extraer algunas recomendaciones de política pública. De esta forma, sobre la base de los resultados discutidos en los Capítulos 2 al 5, las recomendaciones son: Las estrategias de gestión de la innovación deben ser diferenciadas de acuerdo a ciertos factores como son el nivel de adopción de los productores, el perfil que éstos tengan, la importancia relativa de la actividad productiva en sus ingresos, entre otros. Con esto se hace hincapié en que no todas las innovaciones, buenas prácticas y/o tecnologías son para todos los productores, es decir, con cada productor o grupo de productores se debe difundir lo que mejor se adapte a sus necesidades según su dotación de recursos y sus limitantes económicas.

Si bien se hace énfasis en romper con la visión lineal de la innovación y dirigirse hacia un modelo de gestión en red (Capítulo 3), las implicaciones son importantes pues el rol del extensionista no debe verse sólo como transmisor de información y conocimiento, sino también de gestor de nuevos vínculos, intermediario y a la vez orquestador de la innovación (Capítulo 4 y 5), lo cual conlleva a implementar mecanismos de seguimiento y evaluación de dichas acciones. De la misma manera, al recomendar que los extensionistas focalicen esfuerzos diferenciados dependiendo de los grupos de productores, ello exige una mejor preparación del extensionista y en el caso de grupos de extensionistas una diversificación profesional. En este sentido, la política pública deberá considerar capacitación continua a los extensionistas.

Los apoyos otorgados por el Gobierno (por ejemplo, material vegetativo para nuevas plantaciones o equipamiento o herramientas agrícolas), deberían ser focalizados con productores que realmente los aprovechen y así generar un mejor beneficio para ellos y un mejor retorno de la inversión pública. Los resultados mostraron que los productores tienden a innovar más cuando éstos reciben una parte importante de sus ingresos de la producción de los cultivos de plantación analizados. Un productor tiene más incentivos para innovar cuando la adopción de innovaciones le genera mayor valor económico.

Sin lugar a duda, una de las implicaciones más importante de este estudio es sobre el tema de la articulación entre productores y con ello una mayor difusión de innovaciones. En este sentido, la recomendación es apoyarse en los productores que ya están bien integrados en la red y que por tanto son referencia por parte de sus pares como fuentes de información y conocimiento; sin embargo, existen otros detalles que deben tomarse en cuenta, uno de ellos es la selección correcta de los productores, de tal forma que los procesos de difusión se puedan detonar desde los productores mismos y además tener el apoyo, seguimiento y

soporte de los extensionistas; otro detalle, es la generación de incentivos necesarios para que estos productores bien conectados quieran participar en una estrategia de este tipo. Por último, se hace necesario pensar en la forma en la cual se pueden evaluar este tipo de intervenciones a la luz de los cambios que se generen.

#### **6.4. LIMITACIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES**

Los hallazgos y contribuciones hechas por esta investigación deben ser evaluados tomando en cuenta algunas limitaciones que se comentan a continuación. A su vez, algunas recomendaciones para futuras investigaciones son proporcionadas tanto para investigadores que están en los temas de la innovación agrícola, el análisis de redes sociales, factores que determinan la adopción, entre otros; así como para futuros estudiantes que tengan el deseo de contribuir a cerrar algunas brechas existentes en el conocimiento, mismas que fueron mencionadas en esta tesis.

Primero, los Capítulos 3 y 4 hicieron énfasis entre la adopción de innovaciones y lo relacionamos al tipo de vínculos que los productores establecen, sin embargo no se consideró el entorno institucional en el cual los productores están insertos y cómo ciertas políticas pueden estar influyendo en su decisión de adopción. En este sentido, estamos de acuerdo en que varios elementos y variables hicieron falta en los modelos planteados en el Capítulo 2 y 3, sobre todo aquellos que están vinculados a la racionalidad del productor sobre la adopción y su percepción del riesgo (ver Marra *et al.*, 2003). Así, se sugiere para futuras investigaciones incluir elementos y variables no sólo a nivel micro, sino otros como pueden ser a nivel agregado. Esto implica, además de trabajar con métodos cuantitativos robustos, la incorporación de métodos cualitativos. Además, es necesario explorar y complementar con variables relacionadas a otros factores del capital disponible



por el productor; en este sentido se pueden rescatar elementos descritos por Boyd *et al.* (2000) que mencionan cinco diferentes tipos de capital, los cuales son: capital natural (tierra, agua, vegetación, biodiversidad, etc.); capital social (formación de redes, trabajo en grupo, confianza, relaciones sociales, etc.); capital humano (habilidades, conocimiento, mano de obra, etc.); capital físico (infraestructura básica como transporte, sanidad, comunicaciones, energía, etc.) y; capital financiero (ahorros, acceso a créditos, préstamos bancarios, remesas, pensiones, etc.).

Segundo, los datos utilizados en esta investigación corresponden a datos de corte transversal. De esta forma, nuestros resultados proveen información sobre la situación que se tenía en ese momento. Para lograr tener un mejor entendimiento del proceso de formación de redes y la dinámica de adopción de innovaciones a través del tiempo, se sugiere hacer un análisis con datos levantados en diferentes tiempos. Con estos comentarios, coincidimos con otros autores (Binder *et al.*, 2012; Isaac, 2012; Compagnone y Hellec, 2012) en que se necesitan estudios longitudinales sobre el comportamiento de las redes, además de analizar los niveles de adopción de los productores y los resultados que estas generan en los diferentes momentos.

Otro detalle relacionado a los datos que se utilizaron, es que los análisis realizados en los cuatro capítulos tuvieron diferentes objetos de estudio, de esta forma algunos resultados sólo fueron obtenidos para alguna actividad productiva en particular, por ejemplo palma de aceite (Capítulos 3 y 4) o hule (Capítulo 5). De esta forma se hace necesario estudiar de forma complementaria otros cultivos para encontrar similitudes y diferencias con los resultados de esta tesis. Los hallazgos encontrados en el Capítulo 2 sugieren que existen diferencias entre los cultivos; existe la hipótesis que en cultivos con mayor dinamismo, como la palma de aceite, los procesos de innovación pueden detonarse de forma más

rápida y eficiente, en comparación a cultivos con características más tradicionalistas o culturales, como es el caso del cacao.

Tercero, con respecto al enfoque de análisis de redes sociales y los indicadores utilizados, aunque se lograron avances importantes en el uso y entendimiento de otros indicadores que hasta el momento no se tenían, en específico la integración y radialidad (ver Valente y Foreman, 1998), sólo se recurrió al análisis de presencia y ausencia del vínculo, pues no se preguntó al productor sobre la intensidad del mismo, lo cual no permite valorar la calidad de los vínculos (no así la calidad de los nodos, que como se ha destacado están muy relacionados a las fuentes de información). De la misma forma, nuestros resultados se suman a los de varios autores (por ejemplo, Monge y Hartwich, 2008; Isaac, 2012; Wood *et al.*, 2014) en donde se han utilizado redes de modo-1 y los relacionamiento entre actores se han obtenido de un generador de nombres (ver Marsden, 1990), en nuestro caso vía encuestas a productores; sin embargo, no se ha explorado mucho sobre la importancia que tienen las redes modo-2 (ver De Nooy *et al.*, 2005). Algunos avances al respecto se tienen de forma colateral a esta tesis, pero se sugiere seguir abundando en el tema. Algunas aplicaciones de las redes modo-2 que se pueden vislumbrar; por ejemplo, son las relaciones entre productores-innovaciones, innovaciones-años de adopción, productores-eventos a los que participan, entre otros.

Otro tipo de aplicación al respecto es lo que se ha denominado como “mapeo de relaciones sociotécnicas”, en donde las redes sociotécnicas son entendidas como conjuntos de actores heterogéneos que comparten elementos científico-técnicos relacionados y que soportan las acciones sociales; bajo esta perspectiva, los actores son entendidos como entidades que pueden ser expresadas cualitativa y cuantitativamente (Arellano, 2013) o como relaciones existentes entre humanos y objetos (Arellano, 2011). A través de su uso, por ejemplo, se

han podido explorar las condiciones de conectividad, intensidad y estabilidad en una red de investigación biotecnológica relacionada con el maíz (Arellano y Ortega, 2005). Esta situación podría servir como modelo para aplicarlo a un proceso de innovación en donde se puedan analizar los procesos en diferentes tiempos y en donde se puedan conjuntar varios actores o entidades a través del tiempo. Las redes heterogéneas, corresponden al nivel de relacionamiento entre entidades en las que interviene su localización espacial, tamaño y frecuencia de relación (Arellano, 2011). Sin lugar a dudas, el enfoque utilizado en esta tesis y que está más referido al Análisis de Redes Sociales permitiría también un análisis de este tipo bajo la combinación de redes modo-1 y modo-2, lo cual implica un reto para futuras investigaciones pues básicamente se debería hacer una combinación de métodos.

Cuarto, sin duda alguna el hecho de proponer estrategias diferenciadas de gestión de la innovación, lleva a plantearse nuevas interrogantes: por ejemplo, ¿cuáles serían los resultados e impactos si estas se llevaran a cabo?, ¿cómo evaluar esos resultados e impactos?, ¿los diferenciales antes y después de la intervención serían mejor para unos que para otros?, ¿hasta qué momento intervenir en la difusión de innovaciones y luego dejar que el mismo sistema de articulación de los productores se encargue de alcanzar los umbrales de adopción?, entre otras. De esta forma, esta investigación contribuye al incorporar cierto grado de conocimiento al ya existente, pero deja entrever que existen temas que todavía necesitan ser abordados.

Por último, uno de los grandes retos derivados de esta tesis, es que posteriormente se retomen las principales aportaciones de cada capítulo y se comience a formar un documento de consumo más amplio y no tan dirigido a un público científico, incluso que resuma los hallazgos más relevantes en recomendaciones más puntuales y que puedan ser

puestas en marcha por extensionistas. Este documento deberá dar cuenta de los factores que influyen en la innovación, los mecanismos más relevantes para su difusión, y el papel de los servicios de extensión como actor relevante en un proceso de gestión de innovación.

## **6.5. LITERATURA CITADA**

- Arellano Hernández, A. (2013). Mapeo de la capacidad de investigación mexicana sobre cambio climático: antecedentes y propuesta. *Investigación Ambiental: Ciencia y Política Pública*, 5, 62–75.
- Arellano Hernández, A. (2011). Introducción general. In A. Arellano Hernández (Ed.), *Tramas de redes sociotécnicas. Conocimiento, técnica y sociedad en México* (pp. 5–14). México, D. F.: Miguel Ángel Porrúa.
- Arellano Hernández, A., Ortega Ponce, C. (2005). Las redes sociotécnicas en torno a la investigación biotecnológica del maíz. *Convergencia*, 12(38), 255–276.
- Chauvet, M., Castañeda Zavala, Y., Trigueros Legarreta, P., González Merino, A., Massieu Trigo, Y., & González Aguirre, R. L. (2012). Efectos sociales de la papaya transgénica: una evaluación ex ante. México, D. F.: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco.
- Binder, J. F., Roberts, S. G. B., Sutcliffe, A. G. (2012). Closeness, loneliness, support: Core ties and significant ties in personal communities. *Social Networks*, 34(2), 206–214. doi:10.1016/j.socnet.2011.12.001.
- Birner, R., Davis, K., Pender, J., Nkonya, E., Anandajayasekeram, P., Ekboir, J., Cohen, M. (2009). From best practice to best fit: A framework for designing and analyzing pluralistic agricultural advisory services worldwide. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 15(4), 341–355. doi:10.1080/13892240903309595.

- Boyd, C., Turton, C., Hatibu, N., Mahoo, H. F., Lazaro, E., Rwehumbiza, F. B., Makumbi, M. (2000). The contribution of soil and water conservation to sustainable livelihoods in semi-arid areas of Sub-Saharan Africa. *Agricultural Research & Extension Network. Network Paper*, (102), 1–16.
- Bozoğlu, M., Ceyhan, V. (2007). Measuring the technical efficiency and exploring the inefficiency determinants of vegetable farms in Samsun province, Turkey. *Agricultural Systems*, 94(3), 649–656. doi:10.1016/j.agry.2007.01.007.
- Compagnone, C., Hellec, F. (2014). Farmers' professional dialogue networks and dynamics of change: The case of ICP and no-tillage adoption in Burgundy (France). *Rural Sociology*. doi:10.1111/ruso.12058.
- De Nooy, W., Mrvar, A., Batagelj, V. (2005). *Exploratory Social Network Analysis with Pajek*. Cambridge University Press (p. 334). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Dutrénit, G., De Fuentes, C., Torres, A. (2010). Channels of interaction between public research organisations and industry and their benefits: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, 37(August), 513–526. doi:10.3152/030234210X512025.
- Gilles, J. L., Thomas, J. L., Valdivia, C., Yucra, E. S. (2013). Laggards or Leaders: Conservers of Traditional Agricultural Knowledge in Bolivia. *Rural Sociology*, 78(1), 51–74. doi:10.1111/ruso.12001.
- Granovetter, M. S. (1973). The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360–1380. doi:10.1086/225469.
- Hartwich, F., Monge Pérez, M., Ampuero Ramos, L., Soto, J. L. (2007). Knowledge management for agricultural innovation: lessons from networking efforts in the

- Bolivian Agricultural Technology System. Knowledge Management for Development Journal, 3(2), 21–37.
- Isaac, M. E. (2012). Agricultural information exchange and organizational ties: The effect of network topology on managing agrobiodiversity. *Agricultural Systems*, 109, 9–15. doi:10.1016/j.agsy.2012.01.011.
- Jara-Rojas, R., Bravo-Ureta, B. E., Díaz, J. (2012). Adoption of water conservation practices: A socioeconomic analysis of small-scale farmers in Central Chile. *Agricultural Systems*, 110, 54–62. doi:10.1016/j.agsy.2012.03.008.
- Leeuwis, C., van den Ban, A. (2004). Communication for rural innovation: Rethinking agricultural extension. Blackwell Science, Oxford (Third edit., p. 412). Oxford, UK: Blackwell Science, Oxford.
- Mariano, M. J., Villano, R., Fleming, E. (2012). Factors influencing farmers' adoption of modern rice technologies and good management practices in the Philippines. *Agricultural Systems*, 110, 41–53. doi:10.1016/j.agsy.2012.03.010.
- Marra, M., Pannell, D. J., Abadi Ghadim, A. (2003). The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve? *Agricultural Systems*, 75, 215–234. doi:10.1016/S0308-521X(02)00066-5.
- Marsden, P. V. (1990). Network data and measurement. *Annual Review of Sociology*, 16(1), 435–463. doi:10.1146/annurev.so.16.080190.002251.
- Monge Pérez, M., Hartwich, F. (2008). Análisis de Redes Sociales aplicado al estudio de los procesos de innovación agrícola. *REDES-Revista Hispana Para El Análisis de Redes Sociales*, 14(2), 1–31.

- Muñoz Rodríguez, M., Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., Altamirano Cárdenas, J. R. (2007). Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias. UACH - CIESTAAM (p. 72). Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM / PIIAI.
- OECD. (2005). Manual de Oslo: Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Organisation for Economic Co-operation and Development (Third Edit., p. 188). París: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Pannell, D. J., Marshall, G. R., Barr, N., Curtis, A., Vanclay, F., Wilkinson, R. (2006). Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46(11), 1407–1424. doi:10.1071/EA05037.
- Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of innovations*. Free Press (Fifth Edit., p. 535). New York, USA: Free Press.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business cycles. A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process*. McGraw-Hill (Vol. 1950, pp. 1883–1950). New York: McGraw-Hill.
- Spielman, D. J., Davis, K., Negash, M., Ayele, G. (2011). Rural innovation systems and networks: findings from a study of Ethiopian smallholders. *Agriculture and Human Values*, 28(2), 195–212. doi:10.1007/s10460-010-9273-y.
- Spielman, D. J., Ekboir, J., Davis, K., Ochieng, C. M. O. (2008). An innovation systems perspective on strengthening agricultural education and training in sub-Saharan Africa. *Agricultural Systems*, 98, 1–9. doi:10.1016/j.agsy.2008.03.004.
- Valente, T. W. (1995). *Network models of the diffusion of innovations*. Hampton Press (p. 163). Cresskill, NJ: Hampton Press.

- Valente, T. W. (1996). Social network thresholds in the diffusion of innovations. *Social Networks*, 18(1), 69–89.
- Valente, T. W., Foreman, R. K. (1998). Integration and radiality: measuring the extent of an individual's connectedness and reachability in a network. *Social Networks*, 20(1), 89–105. doi:10.1016/S0378-8733(97)00007-5
- Wood, B. A., Blair, H. T., Gray, D. I., Kemp, P. D., Kenyon, P. R., Morris, S. T., Sewell, A. M. (2014). Agricultural science in the wild: a social network analysis of farmer knowledge exchange. *PloS One*, 9(8), e105203. doi:10.1371/journal.pone.0105203.