

# *Redes de innovación en la producción de maíz en México*

Roberto Rendón Medel

*Coordinador*



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
**CHAPINGO**

ISBN: 978-607-12-0614-5



9 786071 206145

# ***Redes de innovación*** **en la producción** **de maíz en México**

## **Universidad Autónoma Chapingo (UACH)**

**Dr. José Solís Ramírez**  
RECTOR

**Dra. Humberta Gloria Calyecac Cortero**  
DIRECTORA GENERAL ACADÉMICA

**Dr. Arturo Hernández Montes**  
DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

**Q.F.B. Hilda Flores Brito**  
DIRECTORA GENERAL DE ADMINISTRACIÓN

**Dr. Otilio García Munguía**  
ENCARGADO DEL PATRONATO UNIVERSITARIO

**Dra. © Patricia Muñoz Sánchez**  
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE PUBLICACIONES

**Dr. Jorge Aguilar Ávila**  
DIRECTOR DEL CUESTAAM

## **Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo**

**Dr. Bram Govaerts**  
DIRECTOR GLOBAL DE INNOVACIÓN ESTRATÉGICA Y REPRESENTANTE REGIONAL PARA LAS AMÉRICAS

**Dra. Tania Carolina Camacho Villa**  
PROGRAMA DE SOCIOECONOMÍA

**Ing. José Guadalupe Flores**  
RESPONSABLE DEL PROYECTO PROAGRO PRODUCTIVO

### **Comité Editorial**

**Dr. Jorge Aguilar Ávila**  
**Dr. Vinicio Horacio Santoyo Cortés**  
**Dr. Juan Antonio Leos Rodríguez**  
**Dr. Manrubbio Muñoz Rodríguez**  
**Dra. María Isabel Palacios Rangel**  
**Dr. Jorge Gustavo Ocampo Ledesma**

ESTA OBRA, ARBITRADA POR PARES ACADÉMICOS, SE PRIVILEGIA CON EL AVAL DE LA INSTITUCIÓN EDITORA.

Cuidado de la edición: Gloria Villa Hernández, con la colaboración de Carlos Uziel Porras Carrasco.

Diseño de portada: Carlos de la Cruz Ramírez.

Diseño y formación de interiores: Gloria Villa Hernández.

Para citar esta publicación se recomienda el estilo APA 7.<sup>a</sup>:

Rendón-Medel, R. (Coord.). (2022). *Redes de innovación en la producción de maíz en México*. México: Universidad Autónoma Chapingo, CUESTAAM.

# ***Redes de innovación en la producción de maíz en México***

**Roberto Rendón Medel**  
Coordinador

**Universidad Autónoma Chapingo**  
**2022**

## Redes de innovación en la producción de maíz en México

D.R. © Universidad Autónoma Chapingo

Carretera México-Texcoco, km 38.5

Chapingo, Texcoco, Estado de México, C.P. 56230

Tel: 595 9521500, ext. 5142

[dgdcys.publicaciones@chapingo.mx](mailto:dgdcys.publicaciones@chapingo.mx)

Primera edición, febrero de 2022

ISBN: 978-607-12-0614-5

## **Coordinador**

Roberto Rendón Medel

## **Colaboradores:**

Elizabeth Roldán Suárez  
Asael Islas Moreno  
Victoria Cielo Hernández Cruz  
Bey Jamelyd López Torres  
Ana Karen Miranda Meraz  
Víctor Hugo Villaseñor Carmona  
Juan Salvador Jiménez Carrasco  
Bonifacio Gaona Ponce  
Cristian Santos Vásquez  
Karen Tonantzi Ramírez Mijangos  
Holanda Martínez Martínez  
Judith Calderón Cabrera  
Néstor Rafael Manjarrez Martínez  
Mirian Valerio Robles  
Adriana Yaomy Lucio Mendiola  
Marcelo Ramírez Álvarez  
Leydy Bernabé Inés  
José Guadalupe Flores Garza

## Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al convenio de colaboración “Mapeo de redes de innovación PROAGRO Productivo 2017 y 2018”, firmado entre la Universidad Autónoma Chapingo y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Los autores agradecen la participación de los formadores y asesores técnicos del Acompañamiento Técnico de PROAGRO Productivo en el levantamiento de información.

### Campeche

**Formador:** Elia Jael Couoh Castillo.

**Técnicos:** Gabriel de Jesús Guerrero Cantún, Héctor Manuel Pineda Chacón, Iliana del Socorro Cauch U., José David Caamal Cahuich, Luis Edgar Cruz G., Manuel de Jesús Caamal C.

### Chiapas

**Formadores:** Julio César Escatante Ruiz y Yaneth Zavaleta Padilla.

**Técnicos:** Adán Eli Betanzos Betanzos, Artemio Reyes Martínez, Carlos Alberto Lara H., Eliseo Cruz Escobar, Emilio B. Cabrera C., Emilio López Gaytán, Ever Guillén Ramírez, Fidel López Zepeda, Fidencio Méndez Silvano, Francisco Bayardo Robles G., Francisco Javier Moreno G., Gerardo Torres L., Gerardo Vilchis R., Hiber Martínez Córdova, Hiber Luna Vidal, Hortencia Analí Gómez H., Javier Escobar M., Jesús Ovando C., José Luis Bastarrechea Bermejo, Julio Antonio Pozo Alamillo, Laura Yesenia Rodríguez Sánchez, Lucas Martínez Reyes, Lucía Guadalupe Corzo Rodríguez, Luis Alberto Llaven Valencia, Mariano Castillejos Grajales, Marina Hernández Gómez, Marisol Dearcia Méndez, Mateo Pérez Santiz, Moctezuma Eduardo Gómez Gómez, Neftalí Del Carmen García Santiago, Neyro Udiel Ramírez Abarca, Nolberto Jeu Rincón González, Octavio del Carmen López Martínez, Pedro Sánchez Ruíz, Rolando Moctezuma Constantino Pérez, Romeo Alfonso Guillén Coutiño, Rufino Grajales Aguilar, Sebastián Solórzano Pérez, Sergio Antonio Rodríguez López, Silverio Hernández Martínez, Wester Moisés Salazar Pinacho, Eloy Carlos Jiménez González, Yesenia Carrillo Nataren.

## Estado de México

**Formadores:** José Manuel Rivera Mendoza y Matilde Hernández García.

**Técnicos:** Cynthia Ángeles Reyes Cervantes, Diana Herrera Carreón, Diego Amado Landa Salomón, Eduardo Flores García, Elizabeth Rivera López, Eréndira Soriano Álvarez, Felipe Facio Maldonado, José Alfredo Estrada Alcalá, Juan Pantoja Rosales, Laura Isabel González Rodríguez, Ma. Leonor Ofelia Callejas Hernández, Miguel Ángel Durán Zepeda, Noyoltzin Irene Velázquez Trejo, Servando Reyes Reyes, Alejandra Esquivel Acosta, Janeth Segundo Albiter, Luis Fernando Molina Reyes, Mauricio García Matamoros, Mónica Ivonne García Martínez, Raúl Manuel Rodríguez Vega, Roberto Montiel Hernández, Ana Leticia Gregorio Sámano, Angélica Hernández Navarro, Antonio Mario Benítez Mejía, Araceli Pérez Mora, Arlin Emma Ayala Villada, Ausencio Eduardo Manjarrez Juárez, Cándido Eduardo Torres León, Ciro Benítez Jaramillo, Guillermo Gómez Trujillo, Héctor Ulises Matías García, Helen Peña Sánchez, Javier Sarmiento Barrios, Juan Francisco Ortega Huerta, Mariana González Antonio, Martín Arratia Esquivel, Noé González Tinoco, Omar Gómez Portocarrero, Rosalba López Lugo, Valentín Julián Sánchez, Eduardo Orihuela Valle, Guadalupe Álvarez Sánchez, José Luis Santiago Salvador, María Elizabeth Acevedo Rico, Hiram Salomón Guzmán Carisa.

## Guanajuato

**Formador:** Felipe de Jesús Juárez García.

**Técnicos:** Alejandra García Zenil, Gregorio Vargas Castañeda, J. Guadalupe Cisneros Cárdenas, J. Refugio Ángel Cornejo García, Jesús Almanza Moreno, José del Carmen Flores Acosta, José Roberto García Zepeda, Juan Gabriel Arvizu Sosa, Juan Hinojosa Rangel, Juan Pablo Elías Valerio, Manuel López León, Marisol Arreguin Ramos, Óscar Hernández Mendoza, Pedro Molina Casas, Rafael Castillo Bermúdez, Ricardo Alfonso Silva Arroyo, Gilberto Domínguez Vargas, Ezequiel Rodríguez González.

## Guerrero

**Formador:** Ana Cristian Gallardo Juárez, Víctor Manuel Arteaga Zúñiga, Raúl Chávez Quiroz, Yadira Ángeles Velásquez.

**Técnicos:** Adán Mendoza Beltrán, Adrián Nájera Murillo, Alejandro Meza García, Alfredo Aguilar Peña, Anel Ávila Luna, Aníbal Rivera Leónides, Antonio Piedra Con-

treras, Armando Peñaranda Hernández, Benito Guadalupe Eduvigis, Blanca Portas Fernández, Carlos Alberto Tecuapa Rosario, Claudia Juan Luciano, Cristóbal Salgado Navarrete, Daniel Bahena Gómez, Deymi Muñoz Vargas, Eliana Jacinto Chona, Elizabeth Aburto Bernardino, Enrique Mandujano Melgarejo, Esther Morales Sabino, Felipe de Jesús Aguirre Sixtos, Gerónimo Cruz Julio, Gilberto Campos Sánchez, Guadalupe Jiménez Moreno, Hernán Cortés García, Javier Flores Arizmendi, Jessica Iris Ildelfonso Vázquez, Jesús Rubio Jiménez, Joel Camaño Alvarado, Joel Ramírez Leónides, Jorge Ángeles Adame, José Castillo Figueroa, José Moreno Juárez, José Rangel Sánchez, Josué Hernández Aureoles, Juan Luis Palma López, Juan Zúñiga Méndez, Julia Bautista Reyes, Juvenal Hernández Zavala, Laura Florentino Rojas, Lourdes Castro Tranquilino, Lourdes Sánchez Villa, Luis Ángel Atenco Navarrete, Luis Zúñiga Laureano, Luz María Lozano Aguirre, Luz María Pintor Sánchez, María del Rocío López Santiago, María de la Paz Manzo Gatica, María Guadalupe Calixto Abarca, Ma. Isabel Domínguez Morales, Mariel Viridiana Vargas Limonteco, Omar Galindo García, Oralia Chona Zavala, Petra De La Cruz Tepeco, Rafael Bautista de Jesús, Ramón Luis Bustos Bahena, Ramón Melchor García, Ramsés Maldonado Cayetano, Régulo Barrera Villanueva, Rigo-berto Tepeczin Amolonteco, Roberto Solano Rodríguez, Ruth Sofía Muñoz Mendoza, Samuel Gil Salmerón, Santa Velázquez Aceves, Santiago Gómez Sánchez, Sarahí Carmona de la Cruz, Sarina Platero Chávez, Silbino Vázquez Vázquez, Soledad Palma López, Verónica García Iglesias, Víctor Manuel Alarcón Reyna, Yamileth Ar-teaga Brito, Yessica Uriostegui Mejía, Yolanda Rivera Montes, Yulibeth Sayuri Deloya Arellano, Zitlali Juanita Leocadio Delgado, Iveth Aquino.

## Hidalgo

**Formador:** Areli Ortega Licona.

**Técnicos:** Arcelia Torres Vargas, Eleazar Reynaldo Tun Ku, Jairo Cirilo Luciano Ángeles, José Alberto Soto García, José Leobardo Cadena Vera, Juan José Ramos Hernández, Juan Manuel Hernández Moreno, Judith Chávez Isidro, Mónica Martínez Estrada, Nicolás González Rivero, Oscar Fleisher Rodríguez, Óscar Sánchez Salmorán, Pedro Baltazar Rodríguez, Roberto Carlos Cabrera Palacios, Uriel Aguilar Percastegui.

## Jalisco

**Formador:** Elizabeth Margarita Rocha Navarro.

**Técnicos:** Eduardo Gaspar Medellín, Emanuel Alzaga Velasco, Francisco José Cota Martínez, Gabriel Luis Felipe Escobedo Trujillo, Ismael González Hernández, Jesús Rodríguez Castro, José Candelario Briseño Santiago, José de Jesús López Rodríguez, José de Jesús Tomás Ávalos Ruíz, Salvador Delgado Navarro.

## Michoacán

**Formador:** Emma Castolo Calderón.

**Técnicos:** Alejandra Zazueta Martínez, Arturo Sinaí Martínez Martínez, Eugenio Xicoténcatl Martínez Gochi, Eva Gabriela Gutiérrez Molina, José Alfredo Rodríguez Zavala, José Isidro Nepamuceno Reyes, José Luis Navarro Juárez, José Pérez Gómez, Luis Miguel Becerra Morales, Luisa Martínez Morales, Martín David Rodríguez Oseguera, Odette Guadalupe Nava Hernández, Roberto Prado Ochoa, Víctor Almazán Soria, Víctor Hugo Alanís Cruz.

## Oaxaca

**Formadores:** Elizabeth Cruz Sosa y Mitzin Dinhora Gómez González.

**Técnicos:** Alberto Torres Ramírez, Alma Delia Ruíz Mendoza, Amador Parra Méndez, Antonia Vilorio Jiménez, Baldomero Aracén Molina, Beatriz García Santiago, Carlos Barragán García, Cecilia Hernández Aragón, César Aguilar Fernández, Clara Santos Rodríguez, Columba Silva Avendaño, Daniel Franco Rafael, Dzahuindanda Gustavo Flores Bautista, Edilberto Barbón Huesca, Eduardo Cruz Gutiérrez, Eduardo García Miguel, Élfego Figueroa Lara, Élfego Ramírez Méndez, Eric Gustavo Baltazar Loaeza, Eva Hernández Pacheco, Fernando García Dávila, Gloria De los Santos Mendoza, Guadalupe Marín Rayón, Héctor Valle Miguel, Ignacio Marcial Carmona Peraza, Israel Hernández Reyes, Jacinto Rafael Valor, Javier Cabrera Jiménez, Jeremías García Orozco, José Antonio Villagómez Vicente, Juan Emilio Benítez Cantón, Juana Cristina Rojas Rojas, Linaxi Rafael Agustín, Luis Ángel de Jesús Vichido Torres, Manuel Méndez Cruz, Manuel Sánchez Rosales, Marcos Jiménez Márquez, Máximo Melchor Olmedo, Natividad Miguel García, Noé Valeriano González, Samuel Randy Aracén Molina, Sandra Palacio Marín, Víctor Manuel Martínez Pérez, Virgilio Vásquez Loaeza, Yamassari Villa Alcántara.

## Puebla

**Formador:** Raúl Sevilla Alatorre.

**Técnicos:** Alonso Martínez Hernández, Ángel Fulgencio Magaña López, Bernardina Valerio Lillo, Federico Ramírez Saldaña, Fidelia González Galindo, Francisco Escalante Sánchez, Gabriel Méndez Jiménez, Hipólito González León, Hugo Castillo Moro, Isaac Ramírez Castillo, José Antonio Muñoz Avilés, José Barrera Oloarte, José Gerardo Juárez Torres, José Librado Israel Lozano España, Juan Manuel Pérez Ramírez, Julia Licona López, Luciano Herrera Caballero, Luis Aguilar Modesto, María Cristina Rodríguez Crisóstomo, Norma Arlet Martínez Hernández, Paola Lidia Rivera Ramos, Pilar Herrera Pozos, Raúl Torres Flores, Rodrigo Hernández González, Salvador Deolarte Ramírez, Senén Dolores Bernabé, Silvia García Cruz, Teresa Colula Tentle, Tomás Hernández Castillo, Yuliana Reyes Huerta.

## Querétaro

**Formador:** Ivonne Leticia López Dehesa.

**Técnicos:** Cristina Martínez Quintero, Elizabeth Sánchez Rojas, Jorge Sánchez Gutiérrez, José Francisco Bedolla Monroy, José Luis Rodríguez Caballero, Lorenzo Guadalupe Abelino, Miguel Ángel Uribe Guerrero, Rafael Cortés Hernández, Rafael Hernández Reséndiz, Víctor René Ruíz Olvera.

## Quintana Roo

**Formador:** Francisco Bojórquez Ruiz.

**Técnicos:** Hermenegildo Mukul Uicab, Jesús Fabián Guadarrama Orozco, Jorge Ricardo Cauch Haas, Odilia Rojas López, Martina De La cruz Escamilla Camelo, José Hernando Novelo Buenfil.

## Tlaxcala

**Formador:** Noé Matamoros López.

**Técnicos:** Adrián García Ortiz, Andrés Briones Montes, Angélica Flores Juárez, Aurelio Pérez López, Celso Águila Cuahtlapantzi, Delfino Saavedra Espinosa, Eduardo Quiroz Contreras, Elisa Vargas Díaz, Gerardo Lara Robles, Gumercindo Colón Sandoval, Héctor González Delgadillo, Hilarión Robles Flores, Jonathan Herrera Reyes, José Juan Rodríguez Muñoz, José Modesto Coyotzi Hernández, Justo Flores Michel, Liliana Ce-

rón Carrillo, María de los Ángeles Tabales Lean, Martín Aguilar Monreal, Oswaldo Pérez Ramírez, Rauhel García Muñoz, Ricardo Hernández Reyes, Ricardo Ortega Ochoa, Salvador García Carrasco, Sergio Muñoz Cabrera.

## Veracruz

**Formador:** Crisóforo Deloya Ruiz.

**Técnicos:** Abigail González Ramírez, Alberto García Sampayo, Aldrin Quevedo Guerrero, Daniel Martínez Martínez, Dianeth Huerta Lagunés, Fidel Jiménez Villalobos, Hugo Alberto Alamilla Tovar, Jaime Ramírez Martínez, José Antonio Utrera Vela, José Ariel López Santamaría, José Luis Bretón Vargas, Lamberto Sosa Trinidad, Martha González Ramírez, Mauricio Garibay Hernández, Pedro Alfonso Reyes Ortiz, Pedro Antonio Flores Cortés, Samuel Torres Castillo, Sergio Vidal Pascual, Verónica Durán Bello, Víctor Hugo Arias Mariano.

## Yucatán

**Formador:** Edgar Martín Miranda.

**Técnicos:** Alba Osiris Martínez Pérez, Francisco Martínez Vázquez, Hilario Bolio Pat, Jorge Arturo Anlehu Lara, José Carlos Esparza Chalé, José Daniel Noh Noh, Sergio Enrique Noh Noh, Germán Felipe Galera Albornoz, Carlos Hernaldo Chan Dzul, Frank Ríos Quiroz.

## Introducción

La innovación es considerada un factor clave para el desarrollo de los sistemas de producción, de los territorios y de las naciones. De hecho, al ser la innovación una construcción esencialmente humana, la interacción entre actores diversos está presente, desde la identificación de problemas u oportunidades hasta la apropiación de la innovación en la sociedad. La innovación, entonces, es un proceso de interacción más o menos orientado a la generación de valor social. El binomio redes e innovación reconoce a diversos actores interactuando con un propósito individual y una finalidad colectiva.

Las universidades y, en general, los sistemas de educación e investigación son parte de los actores interactuantes en los procesos de innovación. La labor científica destaca, entre otras, por su capacidad para generar y para sistematizar conocimientos; los científicos y sus instituciones reconocen cada vez más que el conocimiento se genera en un sistema social más allá del ámbito científico o académico. Los modelos de gestión del conocimiento que propician la interacción entre sociedad, empresa, academia e investigación y actores de la política pública han sido estudiados y promovidos. Sin embargo, el abordaje de redes multiactores o plataformas en red es aún escaso en la práctica del sector productivo mexicano.

Esta obra expone los resultados de un proceso de interacción de redes multiactores liderado por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en alianza con el Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). En el desarrollo del trabajo se observan datos de cerca de 29,000 productores de 15 estados productores de maíz en México, recabados durante dos años seguidos (2017-2018) y que formaron parte del objetivo de extensión del Programa PROAGRO, bajo coordinación del CIMMYT.

En la ejecución de las acciones con los 29,000 productores, participaron 374 extensionistas coordinados por 20 formadores que acompañaron las acciones desarrolladas en la red. En total, fueron mapeados más de 38,000 actores que desarrollan diferentes acciones en la red de producción de maíz.



Si la innovación proviene fundamentalmente de la interacción entre actores diversos, conviene identificar a los actores, la posición de éstos y la estructura de la red en la que están interactuando. Así, esta obra se propone como una contribución desde la academia y la investigación al análisis de las estructuras relacionales que explican, favorecen o limitan a la innovación y al proceso de diálogo entre los actores de la red de maíz en México.

Roberto Rendón Medel  
Coordinador

# Contenido

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUCCIÓN</b>                                                              | <b>XV</b> |
| <b>LAS RAZONES PARA LA GESTIÓN DE REDES DE INNOVACIÓN</b>                        | <b>21</b> |
| Roberto Rendón Medel                                                             | 21        |
| Las redes de innovación                                                          | 21        |
| ¿Qué significa gestionar una red de innovación?                                  | 22        |
| Retos en la gestión de redes de innovación                                       | 23        |
| <b>CAPÍTULO 1. ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO EN LA GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN</b>         | <b>25</b> |
| Elizabeth Roldán Suárez                                                          | 25        |
| 1.1 Antecedentes                                                                 | 25        |
| 1.2 Operación del programa                                                       | 28        |
| 1.3 Mapeo de redes de innovación                                                 | 31        |
| 1.4 Resultados generales                                                         | 34        |
| <b>CAPÍTULO 2. VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA ESTRATEGIA DE INTERVENCIÓN</b> | <b>37</b> |
| Asael Islas Moreno                                                               | 37        |
| 2.1 Análisis de indicadores                                                      | 39        |
| 2.2 Análisis estadístico                                                         | 48        |
| 2.3 Síntesis                                                                     | 57        |
| <b>CAPÍTULO 3. CAMPECHE. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                              | <b>59</b> |
| Victoria Cielo Hernández Cruz                                                    | 59        |
| 3.1 Información general                                                          | 59        |
| 3.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Campeche       | 60        |
| 3.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                      | 66        |
| 3.4 Conclusiones y recomendaciones                                               | 71        |
| <b>CAPÍTULO 4. CHIAPAS. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                               | <b>73</b> |
| Bey Jamelyd López Torres                                                         | 73        |
| 4.1 Información general                                                          | 73        |
| 4.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Chiapas        | 74        |
| 4.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                      | 81        |
| 4.4 Conclusiones y recomendaciones                                               | 87        |

|                                                                                          |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>CAPÍTULO 5. ESTADO DE MÉXICO. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                              | <b>88</b>  |
| Víctor Hugo Villaseñor Carmona, Juan Salvador Jiménez Carrasco,<br>Bonifacio Gaona Ponce | 88         |
| 5.1 Información general                                                                  | 88         |
| 5.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del Estado de México                 | 89         |
| 5.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                              | 95         |
| 5.4 Conclusiones y recomendaciones                                                       | 100        |
| <b>CAPÍTULO 6. GUANAJUATO. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                                    | <b>102</b> |
| Victoria Cielo Hernández Cruz                                                            | 102        |
| 6.1 Información general                                                                  | 102        |
| 6.2 Caracterización de la red de innovación de maíz<br>del estado de Guanajuato          | 103        |
| 6.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                              | 109        |
| 6.4 Conclusiones y recomendaciones                                                       | 114        |
| <b>CAPÍTULO 7. GUERRERO. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                                      | <b>115</b> |
| Ana Karen Miranda Meraz, Juan Salvador Jiménez Carrasco                                  | 115        |
| 7.1 Información general                                                                  | 115        |
| 7.2 Caracterización de la red de innovación de maíz<br>del estado de Guerrero            | 116        |
| 7.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                              | 122        |
| 7.4 Conclusiones y recomendaciones                                                       | 126        |
| <b>CAPÍTULO 8. HIDALGO. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                                       | <b>128</b> |
| Cristian Santos Vázquez, Elizabeth Roldán Suárez                                         | 128        |
| 8.1 Información general                                                                  | 128        |
| 8.2 Caracterización de la red de innovación de maíz<br>del estado de Hidalgo             | 129        |
| 8.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                              | 135        |
| 8.4 Conclusiones y recomendaciones                                                       | 140        |
| <b>CAPÍTULO 9. JALISCO. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                                       | <b>141</b> |
| Juan Salvador Jiménez Carrasco                                                           | 141        |
| 9.1 Información general                                                                  | 141        |
| 9.2 Caracterización de la red de innovación de maíz<br>del estado de Jalisco             | 142        |
| 9.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                              | 150        |
| 9.4 Conclusiones y recomendaciones                                                       | 155        |
| <b>CAPÍTULO 10. MICHOACÁN. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                                    | <b>157</b> |
| Elizabeth Roldán Suárez                                                                  | 157        |
| 10.1 Información general                                                                 | 157        |

|                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.2 Caracterización de la red de innovación de maíz<br>del estado de Michoacán               | 158        |
| 10.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                                  | 164        |
| 10.4 Conclusiones y recomendaciones                                                           | 169        |
| <b>CAPÍTULO 11. OAXACA. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                                            | <b>171</b> |
| <b>Victoria Cielo Hernández Cruz, Karen Tonantzi Ramírez Mijangos</b>                         | <b>171</b> |
| 11.1 Información general                                                                      | 171        |
| 11.2 Caracterización de la red de innovación de maíz<br>del estado de Oaxaca                  | 172        |
| 11.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                                  | 179        |
| 11.4 Conclusiones y recomendaciones                                                           | 182        |
| <b>CAPÍTULO 12. PUEBLA. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                                            | <b>184</b> |
| <b>Holanda Martínez Martínez, Bey Jamelyd López Torres</b>                                    | <b>184</b> |
| 12.1 Información general                                                                      | 184        |
| 12.2 Caracterización de la red de innovación de maíz<br>del estado de Puebla                  | 185        |
| 12.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                                  | 193        |
| 12.4 Conclusiones y recomendaciones                                                           | 198        |
| <b>CAPÍTULO 13. QUERÉTARO. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                                         | <b>200</b> |
| <b>Judith Calderón Cabrera, Néstor Rafael Manjarrez Martínez<br/>Bey Jamelyd López Torres</b> | <b>200</b> |
| 13.1 Información general                                                                      | 200        |
| 13.2 Caracterización de la red de innovación de maíz<br>del estado de Querétaro               | 201        |
| 13.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                                  | 209        |
| 13.4 Conclusiones y recomendaciones                                                           | 214        |
| <b>CAPÍTULO 14. QUINTANA ROO. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                                      | <b>215</b> |
| <b>Ana Karen Miranda Meraz, Victoria Cielo Hernández Cruz</b>                                 | <b>215</b> |
| 14.1 Información general                                                                      | 215        |
| 14.2 Caracterización de la red de innovación de maíz<br>del estado de Quintana Roo            | 216        |
| 14.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                                  | 223        |
| 14.4 Conclusiones y recomendaciones                                                           | 225        |
| <b>CAPÍTULO 15. TLAXCALA. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                                          | <b>227</b> |
| <b>Mirian Valerio Robles, Adriana Yaomy Lucio Mendiola,<br/>Victoria Cielo Hernández Cruz</b> | <b>227</b> |
| 15.1 Información general                                                                      | 227        |
| 15.2 Caracterización de la red de innovación de maíz<br>del estado de Tlaxcala                | 228        |

|                                                                                |            |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 15.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                   | 235        |
| 15.4 Conclusiones y recomendaciones                                            | 239        |
| <b>CAPÍTULO 16. VERACRUZ. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                           | <b>241</b> |
| <b>Marcelo Ramírez Álvarez, Leydy Bernabé Inés</b>                             | <b>241</b> |
| 16.1 Información general                                                       | 241        |
| 16.2 Caracterización de la red de innovación de maíz<br>del estado de Veracruz | 243        |
| 16.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                   | 253        |
| 16.4 Conclusiones y recomendaciones                                            | 258        |
| <b>CAPÍTULO 17. YUCATÁN. SÍNTESIS DE RESULTADOS</b>                            | <b>260</b> |
| <b>Bey Jamelyd López Torres</b>                                                | <b>260</b> |
| 17.1 Información general                                                       | 260        |
| 17.2 Caracterización de la red de innovación del estado de Yucatán             | 261        |
| 17.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018                   | 269        |
| 17.4 Conclusiones y recomendaciones                                            | 274        |
| <b>CAPÍTULO 18. LECCIONES APRENDIDAS</b>                                       | <b>276</b> |
| <b>José Guadalupe Flores Garza</b>                                             | <b>276</b> |
| <b>PANORAMA NACIONAL DE LAS INNOVACIONES EN 2018</b>                           | <b>279</b> |
| <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>                                              | <b>283</b> |
| <b>ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS</b>                                             | <b>289</b> |

# Las razones para la gestión de redes de innovación

ROBERTO RENDÓN MEDEL<sup>1</sup>

Más allá del reconocimiento de la articulación de actores diversos en la generación de la innovación, resulta imperativo poseer claridad en lo que significa el porqué y el para qué de la gestión de la innovación bajo una lógica de red. En principio conviene acordar un concepto de red de innovación desde un punto de vista práctico.

## Las redes de innovación

Una red de innovación es un conjunto de actores, sean personas, empresas o instituciones, que interactúan orientadas bajo intereses individuales que potencian sus recursos en la búsqueda de logros colectivos a través de la innovación. Así, en una red hay actores, interacciones, intereses e innovación. Más allá de un método, las redes de innovación son una lógica que permea los pensamientos y las acciones de los actores involucrados en procesos de desarrollo.

Las redes de innovación buscan optimizar el uso de los recursos individuales y colectivos, reconociendo que los resultados pueden lograrse de mejor manera con la participación de actores aportando diferentes recursos tanto tangibles como intangibles.

El surgimiento de las redes de innovación y su aceptación en el ámbito estratégico y operativo se favorece por los siguientes elementos.

1. Los problemas suelen tener un complejo desde lo técnico, social, ambiental, de mercados y hasta de política pública. La atención a estos problemas complejos suele ser complicada para un solo ac-

---

<sup>1</sup> Profesor-Investigador. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial - Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH), correo electrónico: rendon.roberto@ciestaam.edu.mx

tor. La interacción de actores diferentes para la atención en un problema complejo es una oportunidad para su atención eficiente a partir de recursos disponibles. Una atención en red coadyuva a la no duplicidad de acciones y contribuye a una rendición de cuentas favorable al mejorar la eficiencia en la atención de este tipo de problemas. Así, un proceso de extensión rural reporta mejores resultados en la medida que desarrolla su capacidad para integrar actores con competencias complementarias.

2. El desempeño de un actor (persona, empresa o institución) está relacionado tanto por su trabajo como por sus relaciones con otros actores. Es decir, el trabajo individual no es un elemento suficiente para explicar el comportamiento de un actor. Por ejemplo, el rendimiento de un productor de maíz puede ser explicado por su acceso para la toma de decisiones, a información en calidad, oportunidad y cantidad, así como por su empeño y el trabajo que realice. Ambos aspectos (relaciones y trabajo individual) explican parte de los rendimientos que obtiene un productor.
3. Tanto la complejidad de los problemas como las relaciones de un actor demandan que, uno o un conjunto de éstos, desempeñen acciones puntuales para enlazar recursos y objetivos comunes. Esta es una actividad denominada *gestión de la red*.

## ¿Qué significa gestionar una red de innovación?

Gestionar una red para la innovación significa, primero, la identificación de los actores y las relaciones que muestran en un territorio en torno a una actividad económica específica. Esta identificación, denominada mapeo de redes, considera los atributos básicos, los mandatos y los recursos que cada actor posee; estos recursos pueden presentar potencial para favorecer, neutralizar o permanecer indiferente ante un objetivo de desarrollo. En segundo lugar, representa analizar objetivos y acciones de interacción que deben desarrollarse, fomentarse e, incluso, obser-

varse aquellas que limiten dichos objetivos. En este punto deben emplearse tanto métodos derivados del análisis gráfico y de indicadores, como del análisis del contexto social, económico, ambiental y de política pública. Por último, gestionar una red implica un proceso de intervención a través de los actores y sus recursos individuales para la construcción de entornos colectivos que favorezcan la generación de valor a través de la innovación.

En el proceso de gestión de una red de innovación aparece la necesidad de una entidad o persona con competencias relacionales. Estas competencias se proponen como una categoría de conocimientos, habilidades, aptitudes y actitudes dirigidas a la identificación, análisis, intervención y prospección de interacciones humanas orientadas hacia un objetivo de desarrollo. Para esta entidad o persona se han empleado denominaciones como gestor sistémico, facilitador, catalizador, orquestador, entre otras. En conclusión, interesan la presencia y constante desarrollo de las competencias relacionales para el proceso de gestión más que la denominación que se prefiera.

La gestión de la red implica una acción deliberada para lograr un objetivo colectivo congruente con objetivos individuales compartidos por la mayoría de los actores involucrados en una actividad económica. Se acepta que el logro de objetivos de desarrollo sólo puede ser alcanzado, al menos de manera eficiente, por la suma de actores y recursos en constante interacción y con la presencia de competencias relacionales en al menos un actor clave en la red.

## **Retos en la gestión de redes de innovación**

Las redes de innovación presentan diversos retos que deben aceptarse como parte del proceso mismo de gestión.

Primero. La definición de un gestor o un grupo de gestores de la red que comprendan su función en la articulación entre actores con compe-

tencias y recursos complementarios. Además, un gestor deberá comprender que su papel será valorado por los resultados de la vinculación, no por su función de articulador de la red. Es decir, un buen gestor podría parecer con un cometido no central en tanto su función no es hacer, sino favorecer que las cosas ocurran.

Segundo. Un gestor deberá comprender la naturaleza de los actores que integran la red, sean personas, empresas o instituciones. Gestionar una red implica, por ejemplo, provocar relaciones estratégicas para el logro de un objetivo; estas relaciones pueden reducir la importancia de un actor por convertir una información anteriormente accesible para unos cuantos, en información de dominio generalizado. Entonces, favorecer relaciones puede ser visto como una amenaza para un actor que pretenda mantener su importancia mediante la concentración y dosificación de la información.

Tercero. La gestión de la red deberá considerar como indicador central el cumplimiento del objetivo colectivo; por ejemplo, incrementar rendimientos de manera sustentable, reducción de costos, mejor acceso a mercados, entre otros. Para su logro, el o los gestores deberán favorecer la integración de la red, mejorar la cobertura de acceso a información, favorecer la integración de nuevos actores, entre otros. Es decir, no se debe confundir el objetivo colectivo de la red con las acciones para el logro de ese objetivo.

La gestión de las redes y su comprensión es una necesidad ante la presencia de problemas complejos y las limitaciones de recursos de los actores involucrados en su atención. El mayor reto es el desarrollo de competencias relacionales para el desarrollo de gestores de redes de innovación eficientes, aunado al reconocimiento de su importancia por los diferentes actores relacionados en un sistema productivo.

# Capítulo 1. Acompañamiento técnico en la gestión de la innovación

ELIZABETH ROLDÁN SUÁREZ<sup>1</sup>

## 1.1 Antecedentes

Cuando se habla de México, indudablemente se debe de hablar del maíz ya que éste es uno de los cultivos con mayor importancia económica y social para el país. Es el único cultivo que se siembra en las 32 entidades federativas de la nación, por lo que es un ingrediente indiscutible en la dieta alimenticia de los mexicanos.

De acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en 2017 se sembraron alrededor de 7,948,403 hectáreas de maíz, lo que representó el 56 % de la superficie nacional total. Aunado a esto, la producción del grano aportó el 35 % del valor de la producción agrícola del país. Sin embargo, a pesar de esta importancia, la producción mexicana, hasta el momento, no ha sido capaz de solventar la demanda nacional del grano. Durante el periodo 2005-2018, el consumo nacional promedio aparente fue de 33.7 millones de toneladas de maíz, de las cuales, en promedio, las importaciones representaron el 31 % (Figura 1-1).

Durante el periodo 2005-2018, la producción del grano en el país presentó una Tasa de crecimiento media anual (TCMA) del 2.5 %. Dicho incremento se debió al aumento del rendimiento, el cual registró una TCMA de 1.6 %, ya que la superficie sembrada presentó una TCMA de 0.6 % (Figura 1-2). Además, durante este mismo periodo la superficie siniestrada en promedio representó el 9 % de la superficie sembrada total.

---

<sup>1</sup> Doctora en Problemas Económico-Agroindustriales, Universidad Politécnica de Texcoco (UPTex), correo electrónico: elizabeth.roldan@uptex.edu.mx



Figura 1-1. Producción e importaciones de maíz en México (2005-2018)

Fuente: elaboración propia con información de SIAP (2019) e IndexMundi (2019).

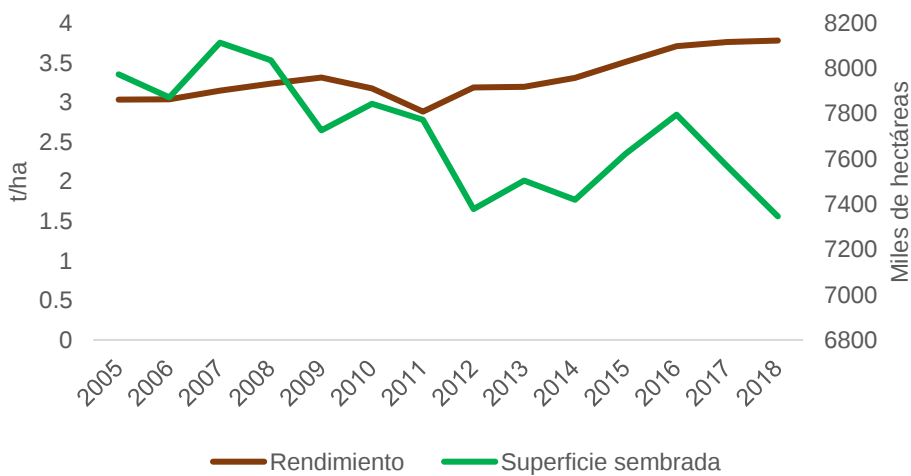


Figura 1-2. Superficie sembrada y rendimientos en la producción de maíz en México (2005-2018)

Fuente: elaboración propia con información de SIAP (2019).

Si bien se debe reconocer el incremento en los rendimientos obtenidos en la producción del grano en los últimos 14 años, también es importante identificar los contrastes entre los rendimientos obtenidos en los estados. Así, en 2017, el 59 % de los estados presentaron un rendimiento menor a la media nacional (3.7 t/ha). Esto refleja una gran brecha de oportunidad para la producción, aún con las diferencias agroecológicas y variabilidad de los sistemas de producción que existen en el país.

Ante la necesidad de generar valor a través del incremento de la productividad en la producción de maíz en México, resulta pertinente el uso de la innovación puesto que ésta se presenta como una variable explicativa del crecimiento económico de las empresas, regiones o países (Schumpeter, 1942; Nelson & Winter, 1982; COTEC, 2001) o, para este caso, de un sistema agrícola. Sin embargo, en la producción agrícola existen una serie de factores estructurales que favorecen o limitan la adopción de innovaciones (Rogers, 1983; Wejnert, 2002) por lo que la innovación requiere gestionarse.

La gestión de la innovación, de acuerdo con van Lente et al. (2003); Howells (2006) y Klerkx & Leeuwis (2009), se corresponde, en gran medida, a un proceso tecno-social que articula las necesidades y demandas correspondientes en términos de tecnología, conocimientos, financiamiento y políticas mediante la identificación de problemas y ejercicios de previsión a través de la integración de redes, mismas que facilitan la interacción entre los actores pertinentes; además, dichas interacciones se están administrando de forma constante. Esta gestión, en la mayoría de los casos, se encuentra a cargo de instituciones de gobierno o de enseñanza e investigación del sector.

En México, la innovación se ha promovido, gestionado y realizado, principalmente, por medio de un número importante de estrategias de intervención basadas en el extensionismo, el programa PROAGRO Productivo es una de éstas. Éste se basa en otorgar incentivos vinculados a la mejora de la productividad agrícola, los cuales se encuentran rela-

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

cionados con aspectos técnicos, productivos, organizacionales y de inversión. Con lo anterior, se busca mejorar y/o incrementar la productividad de las unidades de producción. Para esto, el programa cuenta con una estructura y metodología homologada para el acompañamiento técnico otorgadas a la población objetivo seleccionada.

## 1.2 Operación del programa

Los conceptos con los que se relacionan los incentivos otorgados por PROAGRO Productivo se muestran en la figura 1-3. En ella se observa que la capacitación y la asistencia técnica son rubros que están presentes en el resto de los conceptos, por lo que el programa cuenta con un modelo de extensión conocido como Acompañamiento Técnico PROAGRO Productivo, el cual, de acuerdo con CIMMYT & SAGARPA (2018), permite al pequeño productor enfrentar los retos del entorno global con información, conocimiento y tecnología a su disposición.



Figura 1-3. Conceptos con los que se relacionan los incentivos otorgados por PROAGRO Productivo

Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPA (2017).

Vista la importancia de la asistencia y capacitación técnica, la figura 1-4 muestra la razón de ser y hacer del Acompañamiento Técnico PROAGRO Productivo. En ella se destaca el soporte institucional que otorga

la SAGARPA y el CIMMYT, de este último sobresale la disposición de investigadores y expertos en diversos temas a través de la impartición de capacitaciones para formadores y asesores técnicos y, además, para el desarrollo de días demostrativos y la selección e implementación de tecnologías en las áreas de intervención –o módulos demostrativos– que los asesores técnicos deben efectuar. Todo esto para convertir al productor agrícola en un gestor sistémico, es decir, un actor que sea capaz de reconocer en la palabra “sistémico” la diversidad de interacción de actores para la generación de innovaciones.

Una de las claves para lograr lo anterior fue la acertada elección de los asesores técnicos, mismos que son elegidos bajo un riguroso proceso de selección. En dicho proceso se consideran aspectos que van desde el perfil y la experiencia, es decir, que cuenten con carrera profesional afín al sector y experiencia mínima de tres años, hasta contar con habilidades gerenciales (coordinación de grupos, trabajo por objetivos, capacidad para tomar decisiones y negociar), habilidades técnicas (diagnosticar necesidades técnicas en los sistemas de producción de maíz, frijol y cultivos asociados) y manejo de software (Office) e internet.

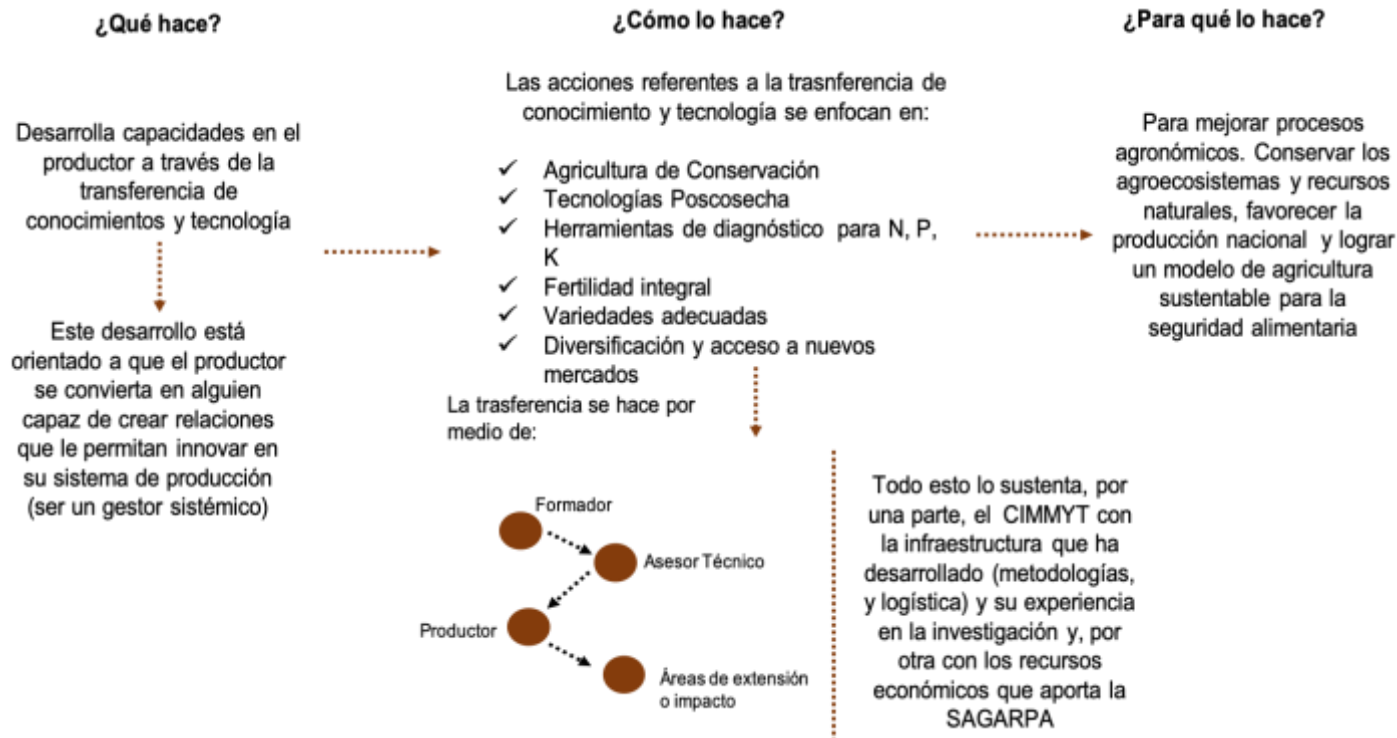


Figura 1-4. Razón de ser y hacer del acompañamiento técnico PROAGRO Productivo

Fuente: elaboración propia con datos de CIMMYT & SAGARPA (2018).

### **1.3 Mapeo de redes de innovación**

Se ha visto que la innovación es un proceso que no sólo se desarrolla en las instituciones de enseñanza e investigación; en los territorios rurales, los productores agrícolas constantemente se encuentran innovando a través del conocimiento ya sea tácito o explícito. Este conocimiento tiene una variedad de fuentes de información, por lo que los productores interaccionan con una diversidad de actores con el objetivo de promover bienestar individual y colectivo. El mapeo de redes de innovación es un proceso que permite identificar a estos actores y sus relaciones con base en el análisis de redes sociales (ARS), el cual, a su vez, lo hace en la premisa de que los actores sociales son independientes y que los vínculos entre ellos tienen consecuencias importantes para cada uno (Freeman, 2004). De ahí la importancia de identificar los flujos de conocimiento en los que los productores agrícolas participan. En el cuadro 1.1 se muestran los tipos de actores de los cuales un productor puede obtener conocimiento y servicios para la innovación.

En este contexto, la información del mapeo de redes de innovación que aquí se presenta proviene de la aplicación de una encuesta estructurada a productores de maíz denominada “Cédula para la valoración de la innovación”, la cual tuvo como objetivo obtener información referente a la identificación del productor y su unidad de producción (nombre, edad, estado, municipio, localidad, superficie sembrada del cultivo, rendimiento en grano del ciclo anterior), también se obtuvo la estructura relacional del productor referente a las innovaciones que debiera estar realizando en su unidad de producción. Para tal efecto, se les preguntó si realizaban prácticas innovadoras, de quién las aprendieron y a partir de qué año las realizan. El listado de innovaciones varía de acuerdo con el estado, y se encuentra entre un rango de 13 a 22 de innovaciones.

**Cuadro 1-1. Tipo de actores de una red de innovación**

| <b>Categoría</b>                            | <b>Tipo de actores incluidos</b>                                                                         | <b>Función</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Productores</b>                          | Empresa Rural (ER)<br>Empresa Rural Referida (ERe)<br>Familiares (FAM)                                   | Cultivar productos agrícolas mediante la aplicación de buenas prácticas o innovaciones que hagan eficiente y competitivo el proceso de producción.<br>Los familiares suelen servir de apoyo al productor para la toma de decisiones en la unidad productiva y la adopción de nuevas tecnologías en la unidad de producción.         |
| <b>Soporte institucional</b>                | Instituciones de enseñanza e investigación (IE)                                                          | Formar profesionistas en el sector, realizar la investigación necesaria para generar tecnologías y conocimientos que contribuyan a un mejor desempeño en la producción y competitividad del sector.                                                                                                                                 |
|                                             | Instituciones gubernamentales (IG)                                                                       | Propiciar un entorno institucional adecuado para el desarrollo social, económico y productivo de la actividad.                                                                                                                                                                                                                      |
|                                             | Prestadores de Servicios Profesionales (PSP)                                                             | Proveer servicios de asistencia técnica, capacitación y asesoría al agricultor para la producción y comercialización de sus productos agrícolas. Además, fungir como intermediario del flujo de conocimiento entre los productores y las instituciones que generan el conocimiento, otorgan apoyos y financiamiento a la actividad. |
|                                             | Proveedores Financieros (PF)                                                                             | Proveer servicios de seguro, crédito y ahorro para el financiamiento de los productores y el desarrollo de su actividad productiva.                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Proveedores de insumos</b>               | Proveedor de Insumos (PI)<br>Proveedor de Genética (PG)<br>Proveedor de Equipo (PE)<br>Maquiladores (MQ) | Proveer los insumos y servicios requeridos para el cultivo y la producción agrícola.                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Clientes</b>                             | Clientes Intermediarios (CI)<br>Clientes Finales (CF)<br>Centros de Acopio y Agroindustria (CA)          | Comprar, acopiar, transformar, almacenar y vender productos agrícolas para satisfacer sus necesidades económicas y de consumo.                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Intermediarios de bienes y servicios</b> | Organización de Productores (OR)<br>Funciones Múltiples (FM)<br>Organizaciones Internacionales (OI)      | Obtener beneficios colectivos como acceso a apoyos gubernamentales, difusión del conocimiento, menores costos y mayor participación comercial.                                                                                                                                                                                      |
| <b>Otros</b>                                | No Productores (NP)                                                                                      | No tienen una función en particular, pero pueden afectar las decisiones de la red, por ejemplo, un sacerdote, un maestro.                                                                                                                                                                                                           |

Fuente: elaboración propia con datos de Rendón-Medel, Aguilar-Ávila, Muñoz-Rodríguez, & Altamirano-Cárdenas (2007) y Sánchez Gómez (2018).

La selección de los productores encuestados se realizó a través de un muestreo dirigido e influenciado por los asesores técnicos que participaron en el programa. Guerrero, Estado de México, Oaxaca y Chiapas fueron los estados en los que se levantó un mayor número de encuestas que, en conjunto, representan el 55 % de la información total obtenida.

La encuesta fue aplicada en dos periodos. El primero, de agosto a septiembre de 2017, lo que resultó en la generación de una línea base; el segundo, de abril a mayo de 2018, que derivó en la generación de una línea final. La creación de estas líneas fue de gran importancia para identificar el efecto de la intervención. Para ambos periodos, la información fue recolectada por los asesores técnicos que formaron parte de PRO-AGRO Productivo. En este sentido, el cuadro 1-2 presenta el universo de estudio atendido y el soporte técnico que involucró.

**Cuadro 1-2. Universo de atención y de soporte técnico**

| Universo                    | 2017   | 2018   |
|-----------------------------|--------|--------|
| Número de estados atendidos | 15     | 15*    |
| Número de productores       | 28,316 | 29,463 |
| Número de asesores técnicos | 373    | 376    |
| Número de formadores        | 20     | 21     |

\*Para este año se agregó el estado de Tabasco, sin embargo, los datos que preceden refieren sólo a los 15 estados en los que se operó en 2017.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La información fue capturada con ayuda de la plataforma agroenlace.mx<sup>1</sup>. Se generaron bases de datos relacionales y de atributos. Para la obtención de las primeras se utilizó el catálogo de actores presentado en el cuadro 1-1. El manejo de las bases de datos de atributos requirió el uso de Microsoft Excel ® versión 2016. Para la elaboración de gráficos de redes se utilizó el software especializado NetDraw ® (Borgatti, Everett,

---

<sup>1</sup> Para más información consultar [www.agroenlace.mx](http://www.agroenlace.mx)

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

& Freeman, 2002) y la edición de los mismos se hizo con Gephi<sup>®</sup> (Bastian, Heymann, & Jacomy, 2009). Para el cálculo de indicadores de redes se usó UCINET for Windows<sup>®</sup> 6.288 (Borgatti, Everett, & Freeman, 2002). Adicionalmente, para los análisis estadísticos que se presentan, el programa empleado fue SAS para Windows (2004).

## 1.4 Resultados generales

Las figuras 1-5 y 1-6 muestran los actores identificados en los mapeos de los años 2017 y 2018; en ellas se destaca la fuerte presencia del conocimiento tácito (Nonaka & Takeuchi, 1995) en los territorios, mismo que se ve representado en los familiares y productores referidos<sup>2</sup>. También se observa que, en 2018, el número de asesores técnicos aumentó 58 %, colocándose así en el segundo lugar como fuentes de información y servicios para la innovación. Lo anterior confirma su participación como intermediarios (Howells, 2006) entre lo que se desarrolla en las instituciones de enseñanza e investigación y los productores. Sin embargo, más allá de los resultados, es decir, si es adecuado el número de actores por tipo de actor o no, o el incremento o decremento de los mismos en los años de operación, se debe analizar si éstos están ejecutando la función que deben de desempeñar dentro de la red donde se desenvuelven, o bien, identificar con quiénes se deberían de estar vinculando los productores para, como lo mencionan Sánchez-Gómez, Rendón-Medel, Díaz-José & Sonder (2016), obtener apoyo social y una fuente de motivación (vinculación con familiares y otros productores) para la innovación y servicios especializados necesarios para la producción (vinculación con el resto de actores).

---

<sup>2</sup> Estos productores no forman parte de la población objetivo de PROAGRO Productivo.

## Redes de innovación en la producción de maíz en México

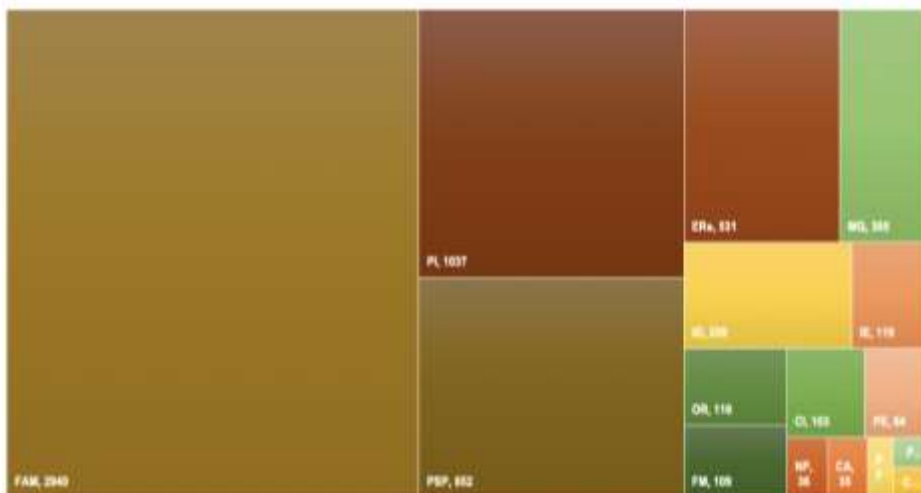


Figura 1-5. Actores involucrados en la difusión de innovaciones de maíz, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

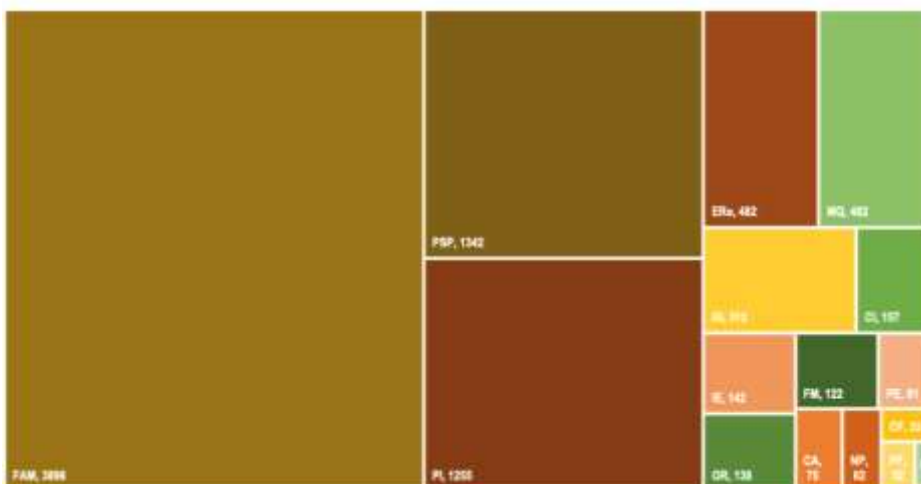


Figura 1-6. Actores involucrados en la difusión de innovaciones de maíz, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

En este documento se concibe que la mejora de la productividad en las unidades de producción se ve reflejada a través de la mejora en los rendimientos, y para la mejora de éstos se requiere de la innovación. En este sentido, la figura 1-7 presenta el panorama nacional de los rendimientos y el nivel de innovación de los productores atendidos en los años de operación de PROAGRO Productivo. Los capítulos siguientes presentan información referente a cada uno de los estados que se presentan en dicha figura; en ellos se evidencian los impactos del Acompañamiento Técnico PROAGRO Productivo en términos de estructuras relacionales, nivel de innovación y rendimientos.



Figura 1-7. Panorama nacional del nivel de innovación 2017 y 2018 en la producción de maíz

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UCh”.

## Capítulo 2. Valoración de los resultados de la estrategia de intervención

ASael Islas Moreno<sup>1</sup>

Una estrategia de intervención se refiere al conjunto coherente de recursos utilizados por un equipo profesional, disciplinario o multidisciplinario, para el despliegue de tareas en un determinado espacio sociocultural que tiene el fin de generar determinados cambios. Para precisar si se generaron los cambios esperados, es necesario identificar un rasgo que se desea mejorar en un grupo; por ejemplo, en la actividad agrícola interesan los rendimientos para mejorar las utilidades y las condiciones de vida de los agricultores. Una vez identificado el rasgo que se desea mejorar, interesa investigar qué características y acciones de los individuos en cuestión influyen sobre ellos para generar una serie de recomendaciones que conduzcan al propósito de la intervención.

La estrategia de intervención que se estudia en este libro tiene el propósito de mejorar los rendimientos de los agricultores atendidos, mediante la difusión de innovaciones o buenas prácticas adquiridas a partir de la interacción. Para evaluar el cumplimiento de dicho propósito, es necesario formalizar una serie de medidas y procedimientos que valoren los resultados de la intervención. En este sentido, se desarrolla un método que consiste, en primer lugar, en definir el rasgo que se desea mejorar, en este caso el rendimiento medido en toneladas de maíz por hectárea. En segundo lugar se definen las medidas, llamadas indicadores, que permiten representar el grado de innovación de los agricultores, así como el nivel de interacción que mantienen con otros agricultores, técnicos, empresas, universidades e instancias gubernamentales. Luego, el estado actual de los agricultores en términos de rendimientos, innovación e interacción, así como la relación del rendimiento con los

---

<sup>1</sup> Doctorante en Problemas Económico-Agroindustriales, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial - Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH), correo electrónico: aislas@ciestaam.edu.mx

indicadores de innovación y de interacción, son determinados con base en medidas y pruebas estadísticas. Por último, cada colaborador emite recomendaciones específicas con base en los hallazgos generados para su grupo de productores.

En función de lo anterior, el presente capítulo se estructura en dos apartados; el primero explica los indicadores que se utilizan para medir el grado de innovación de los agricultores así como su nivel de interacción con actores diversos; el segundo explica las técnicas estadísticas empleadas por los colaboradores, que permiten obtener argumentos para valorar los resultados de la estrategia de intervención.

#### Recuadro 1. Síntesis del método para valorar la estrategia de intervención

Dado que el propósito de la estrategia de intervención a la que alude el presente libro es mejorar el rendimiento de los agricultores atendidos mediante la innovación y la interacción, el método para valorar sus resultados se resume en seis puntos:

1. Definir el rasgo de interés a mejorar.
2. Definir los indicadores para medir el grado de innovación y nivel de interacción.
3. Determinar el estado actual en términos de rendimiento, innovación e interacción.
4. Determinar la relación entre el rendimiento y los indicadores de innovación e interacción.
5. Emitir una valoración del grado de cumplimiento en el propósito.
6. Formular recomendaciones con base en los hallazgos.

## **2.1 Análisis de indicadores**

Un indicador es una expresión cuantitativa, es decir, un número con su respectiva unidad de medición que mide la intensidad de una característica de los individuos, en este caso los agricultores. El rendimiento en toneladas de maíz por hectárea es un indicador de productividad de la actividad agrícola, la escolaridad medida en años es un indicador del nivel educativo de una persona, la superficie medida en hectáreas es un indicador del tamaño de la unidad de producción de un agricultor; así se podrían mencionar diversos ejemplos de indicadores. A continuación, se enfocará a entender algunos indicadores que pueden emplearse para medir el grado de innovación y el nivel de interacción de los agricultores.

### **Indicadores de la dinámica de innovación**

Se construyen para diferenciar a agricultores muy innovadores de otros poco innovadores, también distinguen innovaciones muy adoptadas de innovaciones poco adoptadas. En este sentido, el Índice de Adopción de Innovaciones (InAI) diferencia agricultores, y la Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI) diferencia innovaciones.

#### ***Índice de Adopción de Innovaciones (InAI)***

El InAI es un indicador propuesto por Muñoz, Rendón, Aguilar & Altamirano (2007) para medir la capacidad de innovación de un productor agropecuario. Como primer paso, se define una lista de buenas prácticas que pudieran ser consideradas como innovaciones, luego estas innovaciones son clasificadas en distintas categorías; por ejemplo, la aplicación de fertilización, uso de micronutrientes y aplicación de composta pudieran conformar la categoría “Nutrición”. Como paso siguiente se calcula la proporción de innovaciones que realiza el productor con respecto al número de innovaciones que conforman la categoría. Si el productor dice realizar una de las tres innovaciones de la categoría “Nutrición” (integrada por tres innovaciones), el productor adopta entonces 33 % de las innovaciones de esa categoría. De esta

manera se calculan las proporciones de adopción en cada una. El InAI es el promedio de estas proporciones, por lo tanto, sus valores oscilan entre 0 y 100 %, donde valores cercanos a 100 % indican un elevado nivel de innovación y valores cercanos a 0 %, lo contrario.

En el cuadro 2-1 se presenta un ejemplo de cálculo del InAI. El productor A adopta tres innovaciones; una de la categoría 1 que equivale a 25 % de ésta; una de la 2 igual al 33 %, y una de la 3 equivalente al 50 %. Como el promedio de 25, 33 y 50 % es 36 %, este valor es su InAI. Por su parte, el productor B adopta seis innovaciones, el doble que el productor A; sin embargo, siguiendo el mismo mecanismo, su InAI es 56 %, lo cual no es el doble que el del productor A. La razón por la que el productor B no parece mucho más innovador que el A, es porque B no adopta ninguna innovación de la categoría tres, entonces esta proporción es cero y afecta el promedio que determina el InAI. Ante esto, se debe poner especial cuidado en la definición de las innovaciones y su clasificación en categorías. En el presente documento se mitiga el efecto del número de innovaciones que posee cada categoría obteniendo el valor del InAI ajustado, a partir de la proporción que representa la cantidad de innovaciones adoptadas con respecto al número total de innovaciones analizadas, independientemente de la categoría a la que pertenezcan.

Cuadro 2-1. Ejemplo de cálculo para el Índice de Adopción de Innovaciones (InAI)

| Productor | Categoría 1 |       |       |       | Categoría 2 |       |       | Categoría 3 |       | InAI original | InAI ajustado |
|-----------|-------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------------|-------|---------------|---------------|
|           | Inn 1       | Inn 2 | Inn 3 | Inn 4 | Inn 5       | Inn 6 | Inn 7 | Inn 8       | Inn 9 |               |               |
| A         | ✓           |       |       |       |             | ✓     |       | ✓           |       | 36%           | 33%           |
| B         | ✓           | ✓     | ✓     | ✓     | ✓           | ✓     |       |             |       | 56%           | 67%           |

Fuente: elaboración propia.

### ***Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI)***

La TAI es un indicador propuesto por Muñoz et al. (2007) para medir el nivel de adopción de una buena práctica o innovación entre un grupo

determinado de productores agropecuarios. A diferencia del InAI, que se calcula por productor, la TAI se calcula por innovación y representa la proporción de productores que adoptan la innovación con respecto al número total productores entrevistados. Por lo tanto, sus valores oscilan entre 0 y 100 %. Entonces, por ejemplo, si una innovación en cuestión es adoptada por 10 productores de 100 productores entrevistados, dicha innovación tendrá una TAI de 10 %.

## **Indicadores de redes**

En el ámbito empresarial, una red es un conjunto de actores que pueden ser personas, empresas o instituciones que interactúan entre sí, con el fin de alcanzar niveles de competitividad inalcanzables en lo individual (González-Campo, 2010). El análisis de redes sociales (ARS) se auxilia de un conjunto de expresiones numéricas construidas a partir de las relaciones que dicen tener los actores de una red. Tales expresiones numéricas son conocidas como indicadores, los cuales reflejan alguna propiedad que puede ser de la red en su conjunto o de un actor en específico. Por supuesto que las propiedades de los actores en específico están relacionadas con las propiedades de la red, sin embargo, existen medidas que permiten diferenciar el desempeño individual de ciertos actores y el desempeño global de la red.

### ***Indicadores de la red***

Son expresiones numéricas que permiten describir las cualidades de una red; aquí se repasarán algunas que se emplean para determinar su tamaño, el nivel de interacción global existente, el grado de dominio de las relaciones por parte de algunos actores y la relación entre oferta y demanda de información en la red.

#### **Tamaño**

El tamaño de una red se determina por el número de nodos o actores que la integran. Este sencillo indicador es relevante pues afecta a otros

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

indicadores de red como la densidad y la centralización (Rendón-Medel et al., 2007).

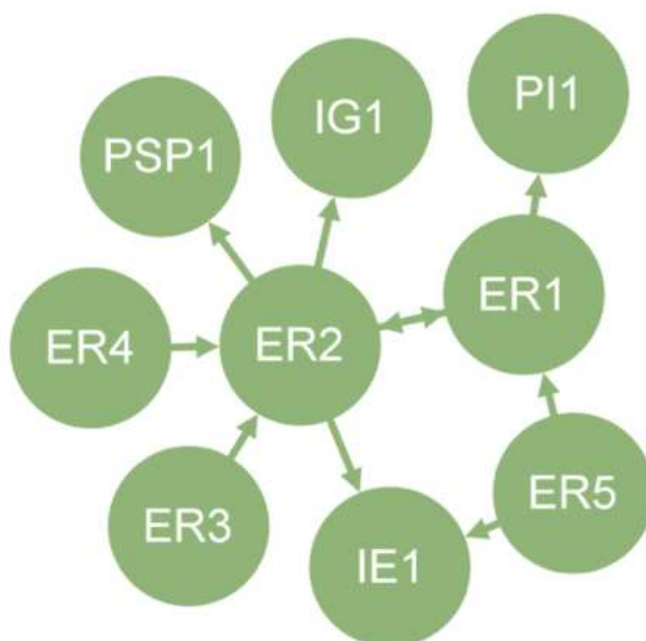
## Densidad

La densidad de una red mide el nivel de interacción que existe entre sus actores y se calcula como la proporción de las relaciones existentes en la red con respecto al número total de relaciones posibles (Scott, 2000). Por lo tanto, el valor de la densidad oscila entre 0 y 100 %. El valor de 100 % indica que todas las interacciones posibles entre nodos fueron reportadas como existentes, y el valor de 0 % indica que ninguna interacción entre nodos fue reportada. En la figura 2-1 se presenta el gráfico de una red con densidad igual a 13.8 %. Debido a que el tamaño de la red es de cinco nodos, el número total de relaciones posibles es de 72 ( $N \cdot (N-1)$ ), mientras que el número de relaciones existentes es de 10 (una por cada arista de las flechas que representan a las relaciones). La densidad de 13.8 % resulta de dividir 10 entre 72 y multiplicar por 100. Antes de juzgar este valor como bajo, es importante realizar algunas precisiones. Para calcular el número de relaciones posibles se considera al total de actores, pero las relaciones existentes vienen dadas por los actores que fueron entrevistados; es decir, sólo se tiene información de las relaciones que dicen tener los productores (ER), pero no de las relaciones que pudieran decir tener actores distintos a productores (PSP, IG, IE y PI). Por esta razón, es imposible tener densidades de 100 % en los análisis que se reportan en este libro.

## Grado de centralización

El indicador de grado, que se analiza a detalle más adelante, fue creado por Freeman (1978) e indica el número de relaciones que un productor dice tener (grado de salida) y el número de relaciones que otros actores de la red refieren al respecto con el actor en cuestión (grado de entrada). Siguiendo el ejemplo de la figura 2-1, el actor ER2 tiene un grado de salida de cuatro, pues manifiesta aprender de IG1, PSP1, IE1 y ER1; por otro lado, su grado de entrada es de tres, pues son tres actores (ER4,

ER3 y ER1) los que refieren aprender de ER2. Este par de indicadores son la base de todos los indicadores de red existentes y no es la excepción para un par de indicadores de red, el grado de centralización de entrada y el grado de centralización de salida.



**Figura 2-1. Ejemplo de una red con baja densidad**

Fuente: elaboración propia.

El grado de centralización de entrada determina en qué medida los grados de entrada se encuentran dominados por un actor o un pequeño número de actores, y el grado de centralización de salida hace lo mismo, pero con los grados de salida. Ambos grados de centralización se miden en porcentaje, cuando el valor es cercano a 0 % se dice que no hay actores dominando las relaciones de entrada o de salida y cuando es

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

cercano, igual o incluso superior a 100 % se concluye que sí hay actores dominando la red en este sentido.

En términos prácticos, el grado de centralización de entrada determina si existe un solo actor o un pequeño número de actores respondiendo las preguntas de la red, mientras que el grado de centralización de salida determina si existe un solo actor o un pequeño número de actores realizando preguntas en la red. En la red de ejemplo de la figura 2-1 se observa claramente que existen cinco actores preguntando (todos los ER) y existen seis actores respondiendo (PSP1, IG1, PI1, IE1, ER1 y ER2), por lo tanto, existe ligeramente mayor dominio en los actores que preguntan (grados de salida) que en los que responden (grados de entrada). De esta manera, como los grados de salida están mayormente concentrados en un grupo pequeño de actores que los grados de entrada, supondríamos que el grado de centralización de salida es mayor que el grado de centralización de entrada, y de hecho lo es. Al obtener los valores en UCINET® se observa que el grado de centralización de salida es de 41 % y el grado de centralización de entrada es de 27 %. Nótese que la comparación de ambos grados de centralización da idea de la relación entre oferta de información (número de actores respondiendo) y demanda de información (número de actores preguntando). Recuérdese que en la pequeña red de ejemplo hay cinco actores preguntando y seis respondiendo, entonces, en este caso se puede decir que en términos de estos indicadores la oferta de información supera a la demanda de ésta.

El cuadro 2-2 resume la regla en torno a la oferta y demanda de información. En general, en una red se desea que exista alta interacción; es decir, muchas personas preguntando y muchas respondiendo, tal condición se alcanza cuando los grados de centralización de entrada y de salida son similares y con porcentajes bajos.

Cuadro 2-2. Reglas para determinar equilibrios entre oferta y demanda de información en función del grado de centralización de la red

| Situación                                                              | Conclusión                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grado de centralización de entrada = grado de centralización de salida | Oferta igual a demanda, existe el mismo número de actores preguntando y respondiendo      |
| Grado de centralización de entrada > grado de centralización de salida | Oferta menor que demanda, existen un mayor número de actores preguntando que respondiendo |
| Grado de centralización de entrada < grado de centralización de salida | Oferta mayor que demanda, existe un mayor número de actores respondiendo que preguntando  |

Fuente: elaboración propia.

### **Indicadores por actor**

Son expresiones numéricas que permiten describir cualidades por actor en una red; aquí se repasarán exclusivamente algunas que permiten medir el nivel de conexión que tiene cada uno de los actores con la red.

#### **Grado**

El indicador de grado fue creado por Freeman (1978) e indica el número de relaciones que un productor dice tener (grado de salida) y el número de relaciones que otros actores de la red manifiestan poseer con el actor en cuestión (grado de entrada). Siguiendo el ejemplo de la figura 2-1, el actor ER2 tiene un grado de salida de cuatro, pues dice aprender de IG1, PSP1, IE1 y ER1; por otro lado, su grado de entrada es de tres, pues son tres actores (ER4, ER3 y ER1) los que expresan aprender de ER2. Estos indicadores son la base de todos los indicadores de red existentes. Junto con el indicador de grado, UCINET<sup>®</sup> calcula una versión normalizada del indicador que permite hacer comparaciones con otras redes.

Volviendo a nuestro ejemplo, el actor ER2 declara aprender de cuatro integrantes de la red, pero si lo hiciera de todos los actores de la red serían ocho personas o instituciones. Cuatro es el 50 % de ocho, por lo

tanto, el grado de salida normalizado de ER2 es 50 %. El grado de entrada normalizado se calcula de la misma manera: ER2 es referido por tres personas de ocho que pudieran referirle; como 3 es el 38 % de 8, el grado de entrada normalizado de ER2 es 38 %. Con el cálculo de los grados de entrada y salida con relación al tamaño de la red, se logra mayor objetividad al realizar comparaciones entre actores de redes pequeñas y grandes.

### Actores clave

Otro tipo de indicadores que determinan el grado de conexión de los actores con su red, son los de cobertura basados en el concepto de alcance de Borgatti (2006). Cada actor o grupo de actores tiene dos coberturas, una dada por su grado de entrada y otra por su grado de salida. A lo largo de este documento, a la primera se le denomina cobertura como fuente (*harvest*) y a la segunda cobertura como colector (*diffuse*). A diferencia del grado de entrada y grado de salida, los indicadores de cobertura toman en cuenta relaciones indirectas. Esto quiere decir, por ejemplo, en el grado de entrada, que de un actor no sólo aprenden quienes preguntan, sino también aquellos que consultan a estos que preguntaron directamente. En la red de ejemplo de la figura 2-1, ER5 no aprende directamente de ER2, pero sí lo hace a través de ER1, entonces, tanto ER5 como ER1 aprenden de ER2. De esta manera, como fuente, ER2 influye en cuatro actores, ER1, ER2 y ER4 de manera directa, y sobre ER5 por medio de ER1. Dado que el número máximo de actores a alcanzar es ocho, ER2 cubre como fuente el 50 % de la red, pues cuatro es el 50 % de ocho. De manera similar se calcula la cobertura como colector, pero ahora en función del grado de salida. ER2 accede al conocimiento de cuatro actores a los que consulta de manera directa (IG1, PSP1, IE1 y ER1), pero también accede al conocimiento de PI1 a través de ER1. En consecuencia, su cobertura como colector es igual a 63 %, debido a que 5 es el 63 % de 8. Bajo esta misma lógica se puede calcular la cobertura alcanzada por un grupo de actores, así, en redes más grandes tiene mayor utilidad el cálculo de coberturas de un conjunto de 10 actores, por ejemplo.

Una cuestión interesante de la cobertura es la determinación de su aumento en función del incremento en el número de actores que se emplea para su cálculo. En la figura 2-2 se presenta un ejemplo de gráficos que analizan esa relación; como puede observarse, la relación no es lineal, pues el incremento en cobertura es menor en la medida que se integra un mayor número de actores en el cálculo. Lo anterior se debe a que el cálculo de cobertura va integrando el número de actores que se piden, iniciando con la mejor combinación de fuentes o colectores, luego, si se desea incorporar otro actor al cálculo, éste ayudará al incremento de la cobertura, pero en menor medida que la combinación inicial. Este tipo de representaciones son útiles para elegir el número más rentable de actores para efectuar una intervención.

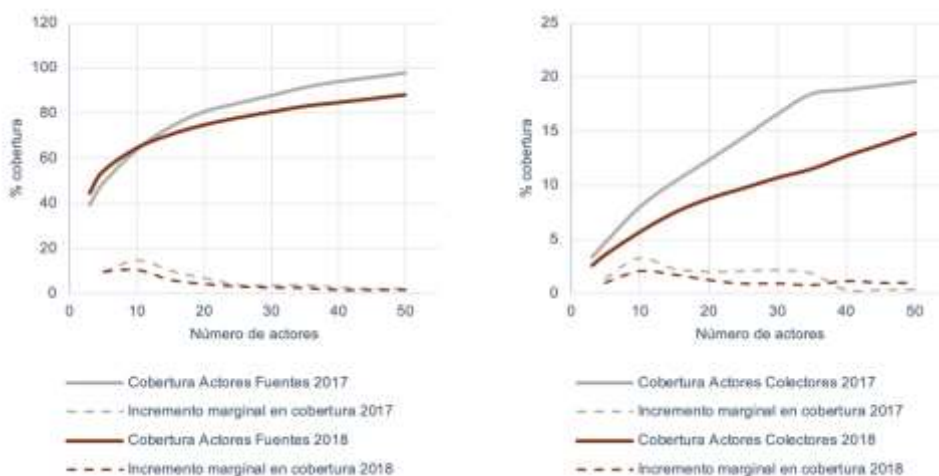


Figura 2-2. Ejemplo de comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## **Integración y radialidad**

Los indicadores de integración y radialidad (Costenbader & Valente, 2003) se basan en los grados de entrada y de salida, respectivamente. Dan idea del nivel de cercanía de un actor en su red. La diferencia fundamental con *harvest* y *diffuse* es que para estos últimos se define el número de pasos a tomar en cuenta para el cálculo de la cobertura en la red, mientras tanto, para integración y radialidad no se limita a un número de pasos determinado. Entonces, si los grados de entrada o de salida, tanto los propios como los indirectos, permiten al actor en cuestión dar tres pasos, el cálculo de integración o radialidad se realizará a tres pasos.

## **2.2 Análisis estadístico**

Una variable es un atributo que varía de un individuo a otro; por ejemplo, los productores tienen diferentes edades, grados de escolaridad y niveles de innovación; asimismo, obtienen diferentes rendimientos en sus parcelas. Entre otras cosas, el análisis estadístico a través del estudio de distintas variables permite: 1) conocer qué características son las que predominan entre los productores que atendemos, 2) determinar el grado de variabilidad que existe en tales atributos, 3) comparar una característica en dos momentos y 4) establecer la relación entre diferentes atributos de los productores. Con lo anterior podríamos obtener respuestas a preguntas en torno a cierto grupo de productores de maíz ¿Qué tan innovadores son?, ¿cuánto varía su edad?, ¿sus rendimientos Incrementaron de un año a otro? y ¿qué innovaciones mejoran sus rendimientos? Para esto, la estadística se auxilia de procedimientos descriptivos e inferenciales.

### **Análisis descriptivo**

La estadística, a través de sus procedimientos descriptivos, permite conocer las características que predominan y qué variación tienen en un

grupo determinado de productores. Para conocer las características predominantes, la estadística emplea medidas que señalan el valor que mejor representa los distintos datos. La medida más empleada en este sentido es el promedio o media aritmética. Con respecto a la determinación de las variaciones, emplea medidas que señalan qué tan distintos pueden llegar a ser los productores en relación con un determinado atributo. La varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación son medidas que emplea la estadística para medir la variación.

### ***El promedio o media aritmética***

Resulta de la suma de todos los valores de algún atributo de los productores dividida entre el número de productores considerados en la suma. Por ejemplo, si atiende a cinco productores cuyas edades son 25, 50, 55, 55 y 60 años, la suma de las edades es de 245. Al dividir este resultado entre 5, que es el número de productores que participaron en la suma, el promedio es 49 años. La edad del productor más joven (25 años) no es una medida que represente la edad predominante entre los productores que atiende, pero 49 años sí. Entonces, será más sensato afirmar que los productores que atiende tienen alrededor de 49 años.

### ***Medidas de dispersión: varianza, desviación estándar y coeficiente de variación***

Continuando con el ejemplo anterior, entendemos que 49 años es una buena manera de describir la edad de los productores que se atienden, pero ¿qué tanto varía la edad? La varianza, la desviación estándar y el coeficiente de variación dan la respuesta.

La varianza resulta de la suma de cuadrados de las diferencias entre cada valor y el promedio, dividida entre el número de productores. La suma de cuadrados de las diferencias entre cada valor y el promedio quedaría así:  $(25-49)^2 + (50-49)^2 + (55-49)^2 + (55-49)^2 + (60-49)^2 = 770$ . Al dividir 770 entre 5, el resultado de la varianza es 154.

La varianza no es la manera más sencilla de describir la variación de edad de los productores, pero su cálculo es necesario para obtener la siguiente medida, la desviación estándar, la cual es igual a la raíz cuadrada de la varianza. En el ejemplo, la raíz cuadrada de 154 es 12.4. La desviación estándar tiene las mismas unidades que el atributo, en este caso la edad está expresada en años, por lo tanto, la desviación estándar es de 12.4 años. Bajo el supuesto de la distribución normal, este valor indica que los productores tienen en promedio 49 años y 68 % de ellos tienen una edad que oscila entre la media menos una desviación estándar; esto es, 36.6 años, y la media más una desviación estándar; esto es, 61.4 años.

Finalmente, el cálculo de la desviación estándar es necesario para determinar el coeficiente de variación, el cual resulta de la división de la desviación estándar entre el promedio. A menudo se multiplica el cociente obtenido por cien para representar a la desviación estándar como una proporción del promedio. En el ejemplo, de la división de 12.4 entre 49 resulta 0.25, y al multiplicar por cien obtenemos que el coeficiente de variación es de 25 %. De esta manera, se puede decir que la edad promedio de los productores atendidos es de 49 años, pero puede ser 25 % mayor o 25 % menor que este valor. El expresar la variabilidad como porcentaje permite realizar comparaciones en cuanto a dos o más características y responder preguntas como ¿En qué rasgo muestran mayor variabilidad los productores, en edad o en escolaridad? La característica con mayor coeficiente de variación será la que presenta mayor variación.

### ***Agrupación por clúster***

El análisis de conglomerados o análisis clúster es una técnica descriptiva y multivariada que genera agrupaciones de acuerdo con el grado de similitud en los atributos de un conjunto de productores. Es una técnica descriptiva pues no determina la relación entre variables, sólo genera grupos de acuerdo con la similitud entre individuos. Por otro lado, es una técnica multivariada porque es capaz de generar grupos considerando

varios atributos de los individuos que se desean clasificar. El análisis clúster genera agrupaciones en función de uno o varios atributos de tal manera que los grupos son lo más diferente posible entre ellos, pero lo más similar dentro de ellos. Por ejemplo, imagine que el análisis clúster ha generado tres clúster o grupos y se han nombrado grupos A, B y C. Entonces, un integrante del grupo A será bastante similar a cualquier otro integrante del grupo A, pero al mismo tiempo bastante distinto a cualquier integrante del grupo B o C.

Para fines de un mejor análisis, en este documento los productores de maíz de los distintos estados fueron agrupados en función de sus rendimientos, mediante el método de K-medias, el cual es recomendado para realizar agrupaciones cuando sólo se desea considerar una variable de tipo numérico, tal es el caso del rendimiento expresado en t/ha.

Si se desea profundizar en el tema, se recomienda consultar el libro *Técnicas de análisis multivariante de datos* de Pérez (2004).

### ***Diagrama de cajas y bigotes***

El diagrama de cajas y bigotes es una manera de representar gráficamente la dispersión de un atributo numérico, por ejemplo, el rendimiento de los productores. El gráfico consiste en una caja que agrupa el 50 % de las observaciones de una población con respecto al atributo en cuestión, por ejemplo, en la figura 2-3 se observa que el 50 % de los productores de alto rendimiento obtienen entre 4.5 y 5 toneladas por hectárea de rendimiento.

La caja a menudo es dividida por una línea que se traza a nivel de la mediana. En el ejemplo, la mediana de los productores de bajo rendimiento es cercana a dos toneladas por hectárea, y las medianas de los agricultores de alto y medio rendimiento coinciden con los límites inferiores de sus respectivas cajas. Finalmente, los diagramas presentan un bigote inferior y un bigote superior que agrupan el 25 % de los datos cada uno. A falta de datos extremos, es decir, productores con rendimientos muy bajos o altos, el límite del bigote inferior señala el rendimiento

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

mínimo y el límite del bigote superior, el máximo. Siguiendo con el ejemplo, entre los productores de bajo rendimiento, el productor con menor rendimiento produce aproximadamente 1.2 toneladas por hectárea, y el productor con mayor rendimiento alrededor de 2.8.

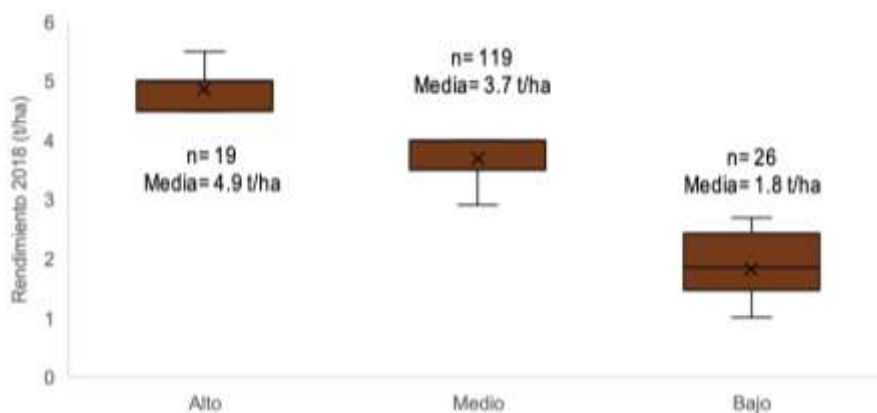


Figura 2-3. Ejemplo de gráfico de comparación del rendimiento de productores de maíz con diagramas de cajas y bigotes

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## Análisis inferencial

Entre muchas otras cosas, la estadística inferencial permite realizar la comparación de una característica en dos momentos y establecer la relación entre distintos atributos de los productores. Para realizar la comparación de una característica en dos momentos se compara alguna medida que sea representativa en ambos momentos. Anteriormente se ha explicado que la media o promedio es una buena medida para describir cualquier característica, entonces, una manera sensata de contrastar un atributo en dos momentos es a partir de la comparación de sus medias o promedios. Con respecto a la determinación de relaciones entre atributos, el análisis de regresión lineal múltiple permite conocer si el comportamiento de una característica de cierto grupo de productores varía en la medida que existen cambios en otros atributos.

### Comparación de medias de muestras pareadas

Si se cuenta con información sobre los rendimientos en 2018 de un grupo de productores, y en 2019 es posible obtener datos sobre rendimientos del mismo grupo de individuos, se pueden detectar mejoras a partir de una comparación de las medias de estos grupos pareados. Se le conoce como grupos emparejados porque hablamos exactamente de los mismos individuos en el momento uno (año 2018) y el momento dos (año 2019). La comparación de medias de muestras pareadas es una técnica que permite determinar, por ejemplo, si la media del rendimiento en 2019 es estadísticamente superior a la de 2018. Cuando se señala que una cifra es estadísticamente superior a otra es porque tal diferencia sobrepasa los límites de un rango formalmente aceptado, por lo tanto, cuando esto ocurre se puede estar seguro de que tal diferencia existe y no se debe a errores en el proceso de análisis. El cuadro 2-3 muestra un ejemplo típico de representación de comparaciones de medias. Se puede notar que cuando existe una diferencia estadísticamente significativa la diferencia se resalta con el uso de literales distintas, en cambio, cuando no existen diferencias se coloca la misma literal acompañando a las medias o promedios. Para detectar si hubo una mejora o deterioro del atributo léanse cuidadosamente las medias. En el ejemplo, existió una mejora en rendimiento de 2018 a 2019. Finalmente, la escolaridad no varió significativamente, lo cual resulta bastante lógico porque se trata de una característica que no cambia fácilmente de un año a otro.

Cuadro 2-3. Ejemplo de comparación de medias de muestras pareadas

| Característica     | 2018             | 2019             |
|--------------------|------------------|------------------|
| Rendimiento (t/ha) | 1.5 <sup>a</sup> | 2.7 <sup>b</sup> |
| Escolaridad (años) | 6 <sup>a</sup>   | 6 <sup>a</sup>   |

\*Literales distintas denotan diferencias significativas al 0.05.

### **Regresión lineal múltiple**

El análisis de regresión lineal múltiple es una técnica estadística multivariada que permite conocer cómo dos o más variables explicativas, por ejemplo, las características de un grupo de productores influyen sobre una variable explicada; es decir, algún atributo de interés. Sobre los agricultores casi siempre nos interesa conocer sus rendimientos pues representan una manera objetiva de medir el desempeño general de la actividad agrícola. El rendimiento puede depender de muchos factores, a lo largo del libro se analiza si la edad de los productores, el nivel de innovación (medido a través del InAI) y la conexión de los productores con su red medida con su integración y radialidad son características que modifiquen el rendimiento de maíz.

Para la adecuada interpretación de un análisis de regresión lineal múltiple se debe prestar atención a tres estadísticos: la significancia observada de la prueba F, la significancia observada de las pruebas T y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). El cuadro 2-4 presenta un ejemplo de la forma estándar con la que se representarán, en capítulos posteriores, los resultados de los distintos análisis de regresión lineal múltiple sobre la importancia del perfil del productor en los rendimientos obtenidos.

**Cuadro 2-4. Presentación de resultados de un análisis de regresión múltiple: importancia del perfil del productor en los rendimientos obtenidos**

| <b>n=165</b>                  | <b>b</b> | <b>Error estándar</b> | <b>Significancia</b> |
|-------------------------------|----------|-----------------------|----------------------|
| Intercepto                    | 3.08     | 0.803                 | 0.000                |
| Edad                          | -0.02    | 0.008                 | 0.004                |
| InAI                          | 0.02     | 0.020                 | 0.317                |
| Integración                   | 0.15     | 0.160                 | 0.340                |
| Radialidad                    | 2.12     | 0.861                 | 0.015                |
| <b>p de F</b>                 | 4.927    |                       | 0.000                |
| <b>R<sup>2</sup></b>          | 0.120    |                       |                      |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b> | 0.096    |                       |                      |

Fuente: elaboración propia.

El primer estadístico que tomar en cuenta es la significancia de la prueba F rotulada en el cuadro como “p de F”. La significancia es la probabilidad de error al afirmar que existe efecto de las variables explicativas sobre la variable explicada. Por tanto, la confiabilidad se calcula  $(1-\alpha)*100$ . Por ejemplo, una significancia de 0.05 indica que existe un 95 % de confiabilidad de que las variables explicativas influyen en la variable explicada. En diversas áreas el nivel de significancia de 0.05 se utiliza como el límite de error admisible. En el ejemplo del cuadro 2-4 la significancia de la prueba F es menor a 0.05 e indica que al menos una de las características es determinante en el rendimiento.

Posteriormente, deben considerarse las significancias de las pruebas T para cada característica. Al igual que con la prueba F, son relevantes aquellas características con valores menores a 0.05. En el ejemplo, la edad y la radialidad son relevantes. El siguiente paso en la interpretación es leer el signo del coeficiente de la columna b, lo cual permitirá conocer el sentido de la relación. En el caso de la edad es negativo, en consecuencia, una mayor edad en los productores se relaciona con menores rendimientos o, lo que es igual, los mejores rendimientos se registran en productores jóvenes. Por otra parte, el signo del valor b de la característica radialidad es positivo y quiere decir que un aumento en la radialidad del productor produce incrementos en el rendimiento.

Por último, debe prestarse atención al coeficiente de determinación ( $R^2$ ). Este estadístico indica la proporción de la variabilidad en el rendimiento que es explicada por las variables predictoras del modelo. Para el caso del cuadro 2-4, el valor de 0.12 indica que las variables edad, InAI, integración y radialidad explican el 12 % de la variabilidad en el rendimiento. Esto implica que el 88 % de la variabilidad restante es explicada por otros factores no considerados en el modelo. Por lo tanto, mientras el valor de  $R^2$  se encuentre más cercano a 1, las variables explicativas incluidas en el modelo tendrán mayor capacidad para predecir el comportamiento de la variable explicada.

En el análisis de regresión lineal múltiple es más preciso considerar el coeficiente de determinación ajustado ( $R^2$  ajustado) para decidir si se pueden realizar pronósticos o no, pues elimina la distorsión que pudiera generar el número de características incluidas en el análisis.

Cuando se tienen valores suficientes en  $R^2$  ajustado se puede concluir, por ejemplo, que el incremento de un punto porcentual en el InAI produce un incremento equivalente al valor de b, 0.02 toneladas por hectárea (20 kilogramos) en el rendimiento. De tal manera que, un incremento de 10 puntos porcentuales en el InAI produciría un aumento de 200 kilogramos por hectárea.

El cuadro 2-5 muestra un ejemplo de la forma estándar con la que se representarán los resultados de los distintos análisis de regresión lineal múltiple en capítulos posteriores y la importancia de las innovaciones implementadas en los rendimientos obtenidos. Las significancias de las pruebas F y T, así como el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), se leen con la misma lógica que ya conocemos. La diferencia se observa en la interpretación de las pruebas T, en el sentido de que las innovaciones relevantes por su significancia indican que su implementación tiene un efecto determinado por el signo del coeficiente de la columna b. Por ejemplo, la innovación “siembra directa” es relevante pues su significancia es menor a 0.05 y el signo de su correspondiente valor b es positivo. Por lo tanto, la implementación de dicha innovación influye positivamente en el rendimiento. El qué tanto influye depende de la magnitud del coeficiente b, aunque sólo es recomendable realizar afirmaciones de este tipo cuando se tienen valores altos en el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) ajustado. Con un valor adecuado en  $R^2$  ajustado se podría mencionar que la implementación de la innovación “siembra directa” produce un incremento en el rendimiento de 1.07 toneladas por hectárea.

Cuadro 2-5. Presentación de resultados de un análisis de regresión múltiple: importancia de las innovaciones implementadas en el rendimiento de maíz

| n=165                         | b     | Error estándar | Significancia |
|-------------------------------|-------|----------------|---------------|
| Intercepto n=165              | 2.33  | 0.295          | 0.000         |
| Subsoleo                      | -1.09 | 1.323          | 0.411         |
| Siembra directa               | 1.07  | 0.299          | 0.000         |
| Poscosecha                    | 0.32  | 0.215          | 0.134         |
| Análisis de suelo             | 1.40  | 0.762          | 0.068         |
| Fertilización                 | 0.19  | 0.246          | 0.419         |
| Micronutrientes               | 0.34  | 0.386          | 0.374         |
| Biofertilizantes              | 0.91  | 0.226          | 0.000         |
| Maíz híbrido MasAgro          | 1.80  | 0.252          | 0.000         |
| Semillas mejoradas diversas   | 2.18  | 0.509          | 0.000         |
| Estudio de mercado            | 1.55  | 0.563          | 0.006         |
| Feromonas                     | -0.96 | 0.201          | 0.000         |
| Tratamiento de semillas       | 1.00  | 0.412          | 0.016         |
| <b>p de F</b>                 | 7.907 |                | 0.000         |
| <b>R<sup>2</sup></b>          | 0.354 |                |               |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b> | 0.309 |                |               |

Fuente: elaboración propia.

## 2.3 Síntesis

En los capítulos siguientes (3 a17) se muestran siete figuras y siete cuadros que sintetizan los resultados más relevantes del análisis en cada estado en cuestión. Las figuras y cuadros requieren de la comprensión de ciertos indicadores, medidas estadísticas y técnicas de análisis para realizar una adecuada interpretación; así, en la figura 2-4 se presentan los conocimientos previos que exige cada figura o cuadro en estos términos.

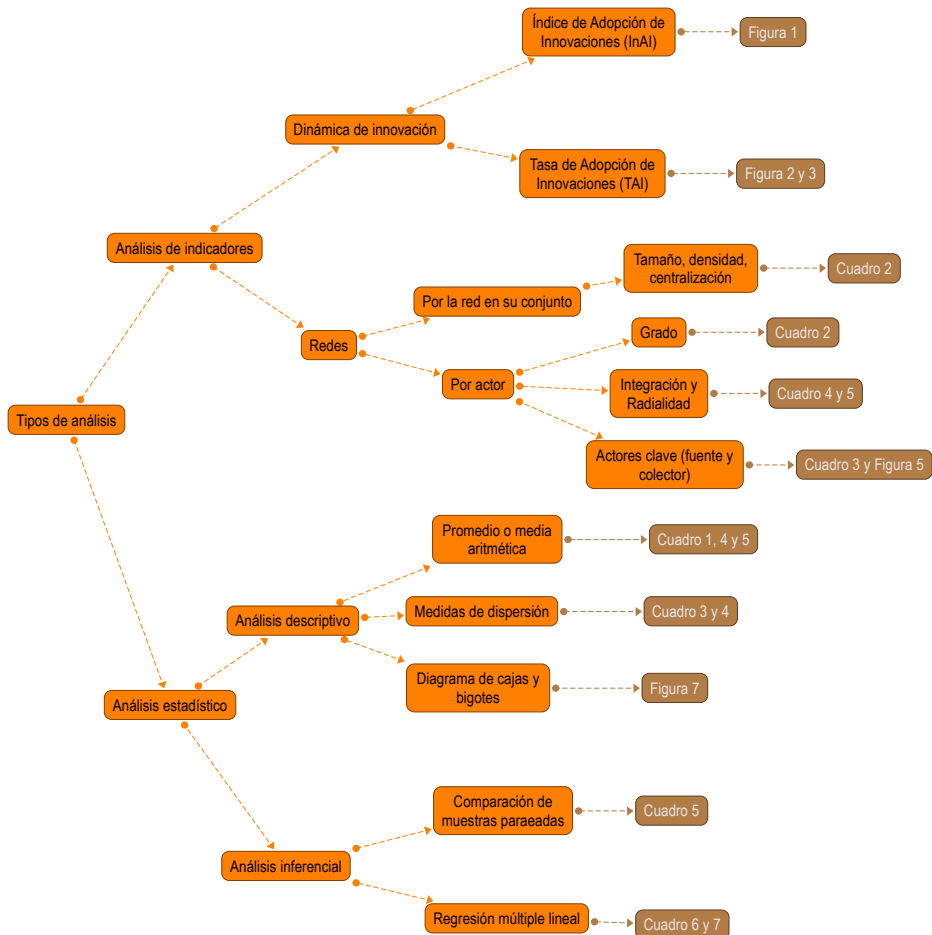


Figura 2-4. Conocimientos previos para la adecuada interpretación de cuadros y figuras

Fuente: elaboración propia.

## Capítulo 3. Campeche. Síntesis de resultados

VICTORIA CIELO HERNÁNDEZ CRUZ<sup>1</sup>

### 3.1 Información general

En 2017, en el estado de Campeche, de acuerdo con SIAP (2019), se sembraron 185,235 ha de maíz grano, lo que equivale al 2.5 % del total nacional sembrado el año de referencia con este producto. De esta superficie, 390 hectáreas no fueron cosechadas, por lo cual se obtuvo una producción de 493,707 toneladas de maíz grano de diversas variedades, alcanzándose un rendimiento promedio de 2.7 t/ha que, comparado con la media nacional (3.8 t/ha), esta entidad se ubicó en el lugar 18 a nivel nacional. Ante este escenario, Campeche es un estado en donde el maíz tiene menor importancia a diferencia de otros estados.

En este estado el componente PROAGRO Productivo en 2017 trabajó en cinco municipios, alcanzando una cobertura de 249 productores. Para el 2018 ésta se incrementó a un municipio más, sin embargo, el número de actores se duplicó a 511 beneficiarios a los que se brindó asistencia técnica. El cuadro 3-1 registra información acerca de ésta y otras variables como edad, rendimiento y superficie que tenían en promedio.

Cuadro 3-1. Información general del estado de Campeche

| Variable                    | 2017 | 2018 |
|-----------------------------|------|------|
| Número de productores       | 249  | 511  |
| Edad (años)                 | 57   | 60   |
| Superficie promedio (ha)    | 4.5  | 3.8  |
| Rendimiento promedio (t/ha) | 2.8  | 3.4  |
| Autoconsumo promedio (%)    | 33   | 28   |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

---

<sup>1</sup> Licenciada en Redes Agroalimentarias, Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo (CRUO-UACH), correo electrónico: hernandez.cruz.cielo@gmail.com

## 3.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Campeche

### Dinámica de innovación

En 2017, en el estado de Campeche se establecieron 17 innovaciones, de las cuales fueron referidas ocho por los productores, que se muestran en la figura 3-1 donde, en el lado superior derecho, se aprecia la innovación más practicada por los productores (Fertilización, 71 %). Además, esa figura también muestra las claves de los actores que están promoviendo cada una de las innovaciones por lo que, para una estrategia de gestión, se podría trabajar con estos actores para difundirlas más rápidamente.



Figura 3-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Campeche y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio "Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH".

La alta adopción de esta innovación puede deberse a que el gobierno mexicano reconoce la importancia de la productividad como una

forma de elevar el bienestar de las familias, y una de las estrategias que tiene para lograrlo es a través de la inversión en el desarrollo de capital físico y tecnológico (García-Salazar, Borja-Bravo, & Rodríguez-Licea, 2018).

La figura 3-2 muestra las innovaciones que se practicaron en 2018; se aprecia que de ocho innovaciones que se practicaban en 2017 aumentaron a once para este año y que la fertilización sigue siendo la principal en el estado. Sin embargo, ahora el actor más referido es el PI001 y en 2017 era la IG012. Resulta importante mencionar que la segunda innovación más referida en 2018 fue Poscosecha; las semillas mejoradas MasAgro disminuyeron un gran porcentaje de un año a otro.



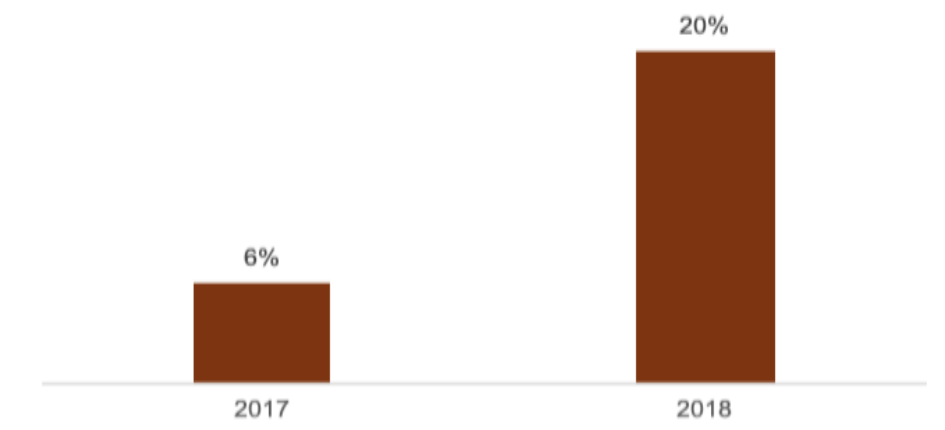
Figura 3-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Campeche y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio "Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH".

Con relación al nivel de innovación de los productores en ambos años, la figura 3-3 muestra un aumento en este rubro, de más del 300 %

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

de un año a otro, lo que refleja el trabajo realizado por los asesores técnicos en el estado.



**Figura 3-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Campeche, 2017 y 2018**

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## Red de innovación

En cada estado existen una gran diversidad de actores presentes en el territorio, sin embargo, no todos tienen la misma importancia dentro de la red. La figura 3-4 muestra que en 2017 (3-4a) quienes tenían más influencia dentro de la red eran las Instituciones de gobierno; los prestadores de servicios profesionales tenían poca. En 2018 (3-4b) estas instituciones siguen teniendo mayor relevancia, ya que son los actores más consultados dentro de la red. Con esto se muestra que los productores no tienden a ser homofílicos, es decir, no se relacionan con personas similares a ellos (Verd, Lozares, Cruz, & Barranco, 2014).

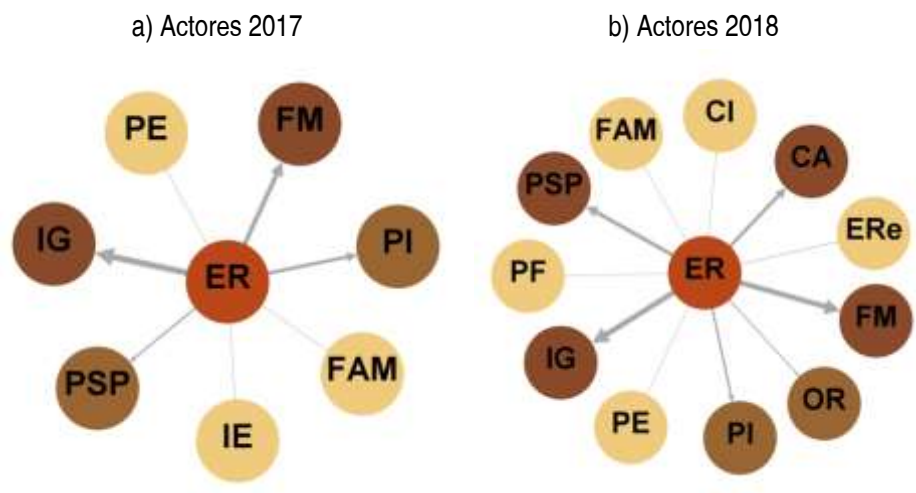


Figura 3-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Campeche

Nota: A mayor grosor de la línea indica que el actor es más veces referido como fuente de información.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En 2018 la densidad fue parecida con respecto a la que tenía en 2017, lo cual se traduce en que, si bien hubo un incremento de actores en la red, las relaciones no aumentaron, además, la desviación estándar en ambos casos es baja, por tanto, los datos no se encuentran muy dispersos con respecto a la media. Los índices de centralización muestran que en 2017 existió una alta demanda de información, la desviación estándar muestra que hay productores en 2017 que están preguntando (1.8 % más que otros, con respecto a la media). Esta desviación disminuye en 2018, indicando que los datos se homogeneizaron; también se observa que hay pocos actores que respondieron en 2017, y en 2018 este indicador muestra lo mismo, por lo cual es bueno buscar actores en el estado que sean fuentes de información hacia los productores y que ésta no se concentre en algunos cuantos (Cuadro 3-2).

Cuadro 3-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Campeche

| Indicador                               |                     | 2017 | 2018 |
|-----------------------------------------|---------------------|------|------|
| Número de actores de la red             |                     | 292  | 590  |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.3  | 0.3  |
|                                         | Desviación estándar | 0.05 | 0.04 |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 0.3  | 0.2  |
|                                         | Desviación estándar | 1.80 | 1.58 |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 0.3  | 0.2  |
|                                         | Desviación estándar | 0.18 | 0.17 |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 0.7  | 0.6  |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 28   | 27   |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El cuadro 3-3 muestra el resultado de la cobertura de grupos de actores fuente y colectores en diferentes números; con esta información se observa que con 10 actores en 2018 se alcanza una cobertura del 65 %, y si se aumenta 10 veces este número no llega al 100 %, por lo cual, en una estrategia para invertir, no sería viable considerar este número; esto se visualiza en la figura 3-5 donde el incremento marginal, después de diez actores, empieza a decrecer en ambos años.

Cuadro 3-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Campeche

| Número de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |            | Cobertura 2018 (%) |            |
|---------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|                                 | Fuentes            | Colectores | Fuentes            | Colectores |
| 3                               | 39                 | 3          | 45                 | 3          |
| 5                               | 49                 | 5          | 54                 | 4          |
| 10                              | 64                 | 8          | 65                 | 6          |
| 15                              | 74                 | 10         | 70                 | 7          |
| 20                              | 81                 | 12         | 75                 | 9          |
| 25                              | 84                 | 14         | 78                 | 10         |
| 30                              | 88                 | 17         | 81                 | 11         |
| 35                              | 92                 | 18         | 83                 | 12         |
| 40                              | 94                 | 19         | 85                 | 13         |
| 45                              | 96                 | 19         | 86                 | 14         |
| 50                              | 98                 | 20         | 88                 | 15         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## Redes de innovación en la producción de maíz en México

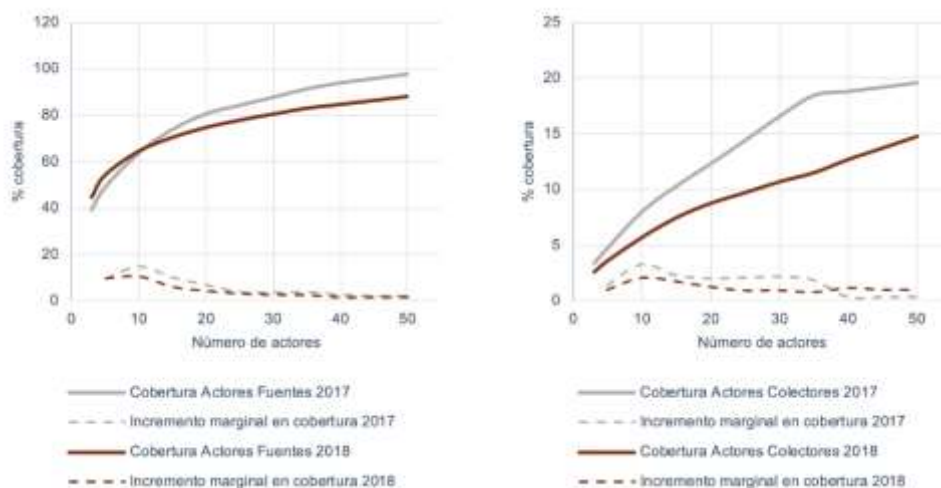


Figura 3-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Con base en la identificación óptima del número de actores clave, la figura 3-6 muestra gráficamente los dos tipos de actores con sus claves correspondientes. Los actores fuente, en su mayoría, corresponden a la categoría de Prestadores de Servicios Profesionales, y los colectores de información, es de suponer, todos deben de pertenecer a los productores.

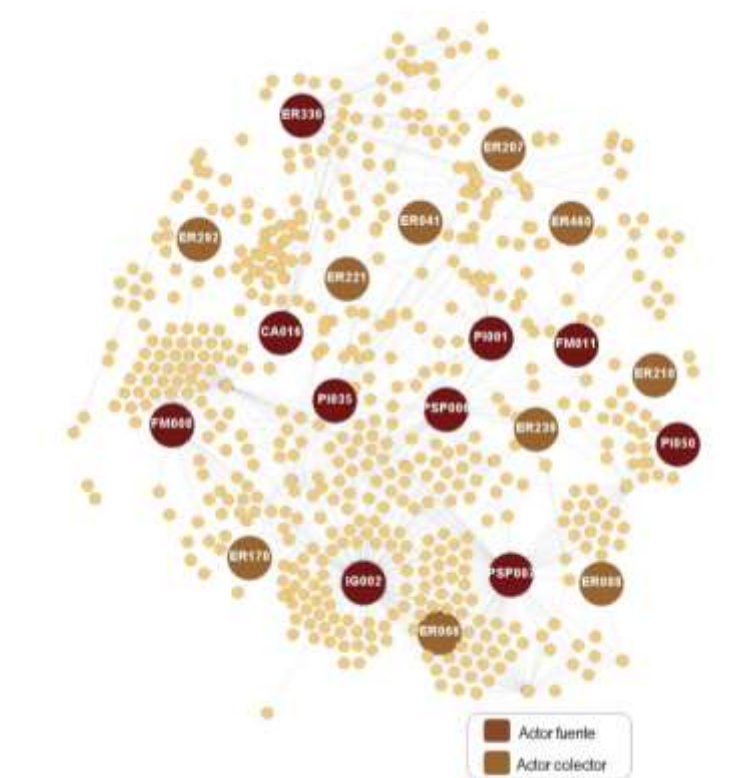


Figura 3-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Campeche

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

### 3.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018

Para determinar si existían diferencias significativas entre 2017 y 2018, se analizaron a los productores que participaron en ambos años, lo cual generó una muestra de 186 productores. El cuadro 3-4 muestra las estadísticas descriptivas de las variables analizadas. La superficie sem-

brada con maíz disminuyó de 2017 a 2018. Sin embargo, esta disminución no es estadísticamente significativa. El rendimiento sí es significativo y aumentó 18.5 % lo cual podría explicarse con que también aumentaron el porcentaje de innovaciones que se adoptaron y el porcentaje de integración, lo que quiere decir que entre más conectados estén a otras personas, aumentan tanto sus rendimientos como la adopción de innovaciones que se promueven en el estado; también la radialidad aumentó. Los resultados muestran que existe un mayor nivel de radialidad que de integración en los productores, es decir que, como mencionan Aguilar-Gallegos et al. (2016), existen más productores radiales –que pueden alcanzar a insertarse a la red a través de otros actores–, que productores bien integrados que ayuden como vínculos para conectar a otros productores fácilmente.

Cuadro 3-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz ProAgro 2017 y 2018 del estado de Campeche

| Variable<br>n=186  | Media |      | Desviación<br>estándar |      | Coeficiente<br>de variación |        | Signifi-<br>cancia |
|--------------------|-------|------|------------------------|------|-----------------------------|--------|--------------------|
|                    | 2017  | 2018 | 2017                   | 2018 | 2017                        | 2018   |                    |
| Superficie (ha)    | 4.5   | 3.0  | 4.91                   | 3.50 | 109.11                      | 116.66 | 0.100              |
| Rendimiento (t/ha) | 2.7   | 3.2  | 1.50                   | 1.30 | 55.55                       | 40.62  | 0.000              |
| InAI (%)           | 7.0   | 15.0 | 2.51                   | 5.40 | 35.85                       | 36     | 0.000              |
| Integración (%)    | 0.01  | 0.04 | 0.21                   | 0.51 | 2,100                       | 1,275  | 0.500              |
| Radialidad (%)     | 0.37  | 0.42 | 0.62                   | 0.11 | 167.56                      | 26.19  | 0.000              |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

De acuerdo con el coeficiente de variación, la variable que muestra mayor cambio en ambos años es la integración. En 2018, entre el rendimiento y el InAI no existe mucha variación, es decir, los datos se distribuyen de forma más homogénea.

Dado que la variable rendimiento es una de las principales que se ve como el resultado de un proceso de intervención, se realizó una clasificación de los productores de acuerdo con los rendimientos obtenidos y se obtuvieron tres grupos para el 2018. De acuerdo con lo registrado en la figura 3-7, la brecha existente entre cada uno de los grupos es de

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

1.8 y 1.1 t/ha; se observa que el grupo de rendimientos medios es el que concentra el mayor número de productores. Cabe mencionar que para este análisis se consideraron únicamente a productores con rendimientos superiores a 1 t/ha. El gráfico muestra que el 50 % de los productores con rendimientos bajos se encuentran en el rango de 1.2 y 2 t/ha con datos de hasta 1.0 y 2.7 t/ha como máximo.

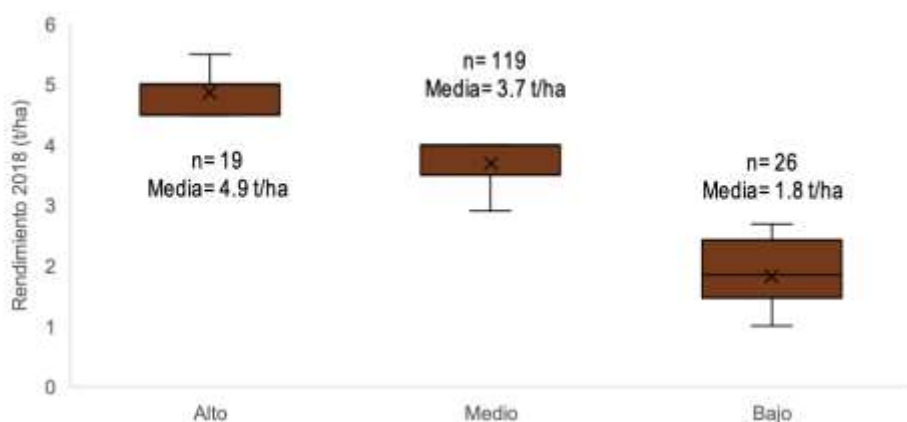


Figura 3-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Campeche de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Con base en esta agrupación, el cuadro 3-5 presenta los cambios encontrados en las variables que han venido analizando, la única que no presentó diferencias significativas es la correspondiente integración para el grupo de rendimientos bajos. El promedio de rendimiento aumentó de 2.7 a 3.2 t/ha de 2017 a 2018, respectivamente.

Cuadro 3-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Campeche

| Variables          | Bajo              |                   | Medio             |                   | Alto              |                   |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | 2017              | 2018              | 2017              | 2018              | 2017              | 2018              |
| Rendimiento (t/ha) | 1.1 <sup>a</sup>  | 1.1 <sup>a</sup>  | 2.7 <sup>b</sup>  | 3.2 <sup>a</sup>  | 3.9 <sup>a</sup>  | 4.8 <sup>a</sup>  |
| InAI (%)           | 6 <sup>b</sup>    | 13 <sup>a</sup>   | 7 <sup>b</sup>    | 15 <sup>a</sup>   | 7 <sup>b</sup>    | 16 <sup>a</sup>   |
| Integración (%)    | 0                 | 0                 | 0.01 <sup>a</sup> | 0.04 <sup>a</sup> | 0 <sup>b</sup>    | 0.60 <sup>a</sup> |
| Radialidad (%)     | 0.34 <sup>a</sup> | 0.36 <sup>a</sup> | 0.37 <sup>b</sup> | 0.42 <sup>a</sup> | 0.37 <sup>b</sup> | 0.45 <sup>a</sup> |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Las medias de las variables de rendimiento, InAI y radialidad aumentaron de un año a otro, principalmente en lo que se refiere al InAI, el cual, en cada uno de los grupos, aumentó más del 100 %. La integración también aumentó significativamente dentro del grupo de rendimientos medios y altos, esto indica que dichos grupos son los productores que están preguntando y al mismo tiempo también son productores que están siendo fuentes de información, por lo tanto, en la red entre los productores se está demandando más información y también se está ofertando, lo cual da como resultado un aumento del nivel de innovación y de los rendimientos.

El cuadro 3-6 registra que la edad impacta en el rendimiento que tienen los productores, lo que significa que a mayor edad es menor el rendimiento que obtienen. Otra variable que también impacta es la radialidad, por lo tanto, entre más acceso tengan los productores a fuentes de información, sus rendimientos aumentan positivamente aunado a que también las fuentes que consultan deben ser diversas; como se señaló al inicio, el 12 % de la variabilidad se explica por estas variables.

En el cuadro 3-7 se aprecia que hay innovaciones que sí son significativas e impactan directamente en el rendimiento, como la siembra directa con sembradora de precisión, el tratamiento para semillas, biofertilizantes y el uso de semillas mejoradas. Todo esto puede explicarse con un 30 % de confiabilidad de acuerdo con el dato ajustado de  $R^2$ .

**Cuadro 3-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Campeche en los rendimientos obtenidos en 2018**

| n=165                   | b     | Error estándar | Significancia |
|-------------------------|-------|----------------|---------------|
| Intercepto              | 3.08  | 0.803          | 0.000         |
| Edad                    | -0.02 | 0.008          | 0.004         |
| lnAI                    | 0.02  | 0.020          | 0.317         |
| Integración             | 0.15  | 0.160          | 0.340         |
| Radialidad              | 2.12  | 0.861          | 0.015         |
| p de F                  | 4.927 |                | 0.000         |
| R <sup>2</sup>          | 0.120 |                |               |
| R <sup>2</sup> ajustado | 0.096 |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

**Cuadro 3-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Campeche en los rendimientos obtenidos en 2018**

| n=165                       | b     | Error estándar | Significancia |
|-----------------------------|-------|----------------|---------------|
| Intercepto                  | 2.33  | 0.295          | 0.000         |
| Subsoleo                    | -1.09 | 1.323          | 0.411         |
| Siembra directa             | 1.07  | 0.299          | 0.000         |
| Poscosecha                  | 0.32  | 0.215          | 0.134         |
| Análisis de suelo           | 1.40  | 0.762          | 0.068         |
| Fertilización               | 0.19  | 0.246          | 0.419         |
| Micronutrientes             | 0.34  | 0.386          | 0.374         |
| Biofertilizantes            | 0.91  | 0.226          | 0.000         |
| Maíz híbrido MasAgro        | 1.80  | 0.252          | 0.000         |
| Semillas mejoradas diversas | 2.18  | 0.509          | 0.000         |

### Redes de innovación en la producción de maíz en México

|                         |       |       |       |
|-------------------------|-------|-------|-------|
| Estudio de mercado      | 1.55  | 0.563 | 0.006 |
| Feromonas               | -0.96 | 0.201 | 0.000 |
| Tratamiento de semillas | 1.00  | 0.412 | 0.016 |
| p de F                  | 7.907 |       | 0.000 |
| R <sup>2</sup>          | 0.354 |       |       |
| R <sup>2</sup> ajustado | 0.309 |       |       |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 3.4 Conclusiones y recomendaciones

El trabajo que realizan los asesores técnicos en el estado de Campeche ha impactado positivamente en el incremento de los rendimientos de los productores de maíz, como se pudo comprobar con los análisis realizados, lo cual es benéfico porque este es uno de los objetivos del programa (incrementar los rendimientos para mejorar la calidad de vida de las personas que se dedican a esta actividad), además de que el autoconsumo de los productores disminuyó en ambos años, lo cual indica que al incrementar sus rendimientos obtienen más excedentes para comercializar y obtener recursos económicos que pueden utilizarse para el subsidio de sus necesidades.

Para el uso eficiente de recursos se debe trabajar únicamente con los actores que tengan una mayor cobertura dentro de la red del estado, y se debe implementar la práctica de las innovaciones que resultaron significativas para el incremento de los rendimientos, ya que se encontró que la fertilización es la innovación más adoptada por los productores. Sin embargo, no existe relación entre la práctica del análisis de suelos, que es realizada únicamente por el 1 % de la población atendida, cuando estas dos deberían ser complementarias para que se obtenga un mayor impacto. También es importante recalcar que las innovaciones que resultaron significativas o que tienen impactos positivos sobre la producción, no están siendo adoptadas por un alto porcentaje de la población, sino que se encuentran en un rango entre 1 y 11 %, por lo tanto, los

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

componentes de extensionismo deben trabajar en estos aspectos para alcanzar mayor eficiencia en sus objetivos. También se deben identificar cuáles son las innovaciones que no tienen un alto nivel de importancia en los rendimientos, y analizar si éstas no se deberían de implementar en el estado o es porque no las están implementando de manera adecuada.

Aunado a lo anterior se deben diversificar las fuentes de información dentro de los municipios atendidos, los productores ya están preguntando a un mayor número de actores. Sin embargo, los asesores técnicos deben buscar fuentes de información de calidad que puedan llevar a sus municipios y hacer que interactúen con los productores para que diversifiquen sus conocimientos. Además, esto puede incentivar a los jóvenes a que trabajen en las parcelas de sus padres porque se demostró que, a menor edad, mayores son los rendimientos que se pueden obtener debido a que los jóvenes tienen diferentes maneras de pensar y hacer las cosas.

## Capítulo 4. Chiapas. Síntesis de resultados

BEY JAMELYD LÓPEZ TORRES<sup>1</sup>

### 4.1 Información general

De acuerdo con información de SIAP (2019), el estado de Chiapas en 2017 se destacó con la producción de 1,296,939 toneladas de maíz, la cual representó el 5 % de la producción total, ubicándolo en el séptimo lugar del *ranking* nacional. Además, la producción en el estado presenta un rendimiento promedio de 1.9 t/ha, el cual se encuentra por debajo de la media nacional (3.8 t/ha). A pesar del bajo rendimiento, Chiapas es uno de los estados clave para la producción de maíz, ya que, con 690,829 hectáreas sembradas con maíz, ocupa el primer lugar a nivel nacional en superficie sembrada. En Chiapas se siembra una superficie equivalente a la que se siembra en los estados de Tlaxcala, Yucatán, Querétaro, Tabasco, Quintana Roo, Nuevo León, Aguascalientes, Sonora, Nayarit y Morelos juntos.

En el estado de Chiapas, el programa PROAGRO Productivo en el año 2017, trabajó en 25 municipios teniendo una cobertura de 3,507 productores; para el 2018 la cobertura disminuyó a 24 municipios, sin embargo, el número de productores atendidos incrementó pasando de 3,507 a 3,599 beneficiarios a quienes se les brindó asistencia técnica. El cuadro 4-1 muestra información acerca de esta y otras variables como el rendimiento y la superficie promedio. El mapeo de la Red de Innovación de productores de maíz en el estado de Chiapas en 2017 fue de 4,414 actores, en 2018 este número pasó a 4,775 entre los que se encuentran familiares, prestadores de servicios profesionales, proveedores de insumos, familiares, proveedores financieros y otros.

---

<sup>1</sup> Doctora en Problemas Económico-Agroindustriales, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial - Universidad Autónoma Chapingo (CIES-TAAM-UACH), correo electrónico: bey.jamelyd@gmail.com

Cuadro 4-1. Información general del estado de Chiapas

| Variable                    | 2017  | 2018  |
|-----------------------------|-------|-------|
| Número de productores       | 3,507 | 3,599 |
| Edad (años)                 | 59    | 60    |
| Superficie promedio (ha)    | 3.09  | 3.36  |
| Rendimiento promedio (t/ha) | 2.23  | 2.22  |
| Autoconsumo promedio (%)    | 29    | 28    |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 4.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Chiapas

### Dinámica de innovación

En el mapeo de la Red de Innovación de Chiapas se identificó la tasa de adopción de las 13 innovaciones que promovió PROAGRO Productivo en 2017 y 2018. La figura 4-1 muestra las innovaciones que practicaron los productores en 2017, nueve innovaciones las practicaron menos del 5 % de los productores, las más practicadas fueron fertilización y micro-nutrientes (58 y 11 % respectivamente). En la figura 4-2 se muestran las innovaciones practicadas en 2018.

De 2017 a 2018, el número de innovaciones practicadas por más del 1 % de los productores y la Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI) incrementaron de manera significativa. En 2018, los productores implementaron más innovaciones, y cada una de esas innovaciones se practicó por una mayor cantidad de productores, respecto a 2017.

Con relación al nivel de innovación de los productores, la figura 4-3 muestra un incremento de 10 puntos porcentuales, lo que significa que los productores, en 2018, realizaron en promedio 1.3 innovaciones más que en 2017.

## Redes de innovación en la producción de maíz en México



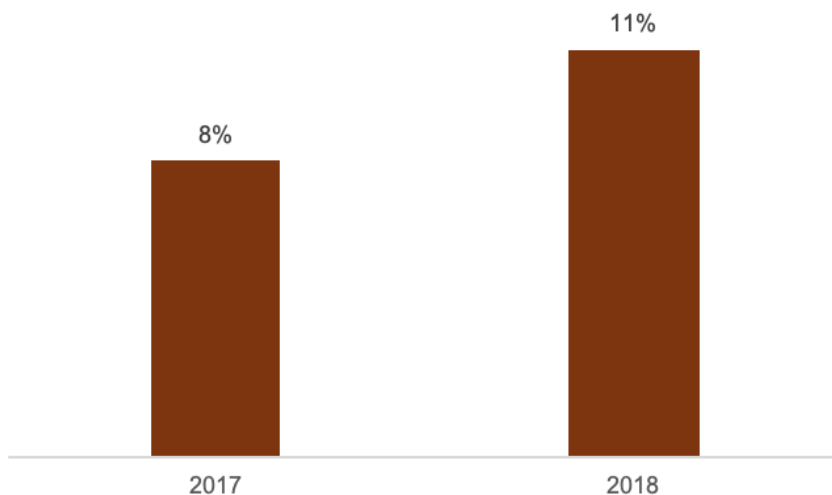
Figura 4-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Chiapas y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.



Figura 4-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Chiapas y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.



**Figura 4-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Chiapas, 2017 y 2018**

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## Red de innovación

En los territorios existe una diversidad de actores con los cuales los productores interactúan para obtener información y recursos para innovar. Sin embargo, no todos los actores presentes tienen la misma importancia para el productor. La figura 4-4 muestra a los actores presentes en las redes de aprendizaje de los productores en 2017 y 2018; en ambos años la diversidad de actores es alta. En la figura se observa que en 2018 es mayor la fortaleza del productor con actores como IG, PF, PSP, OI, IE.

Los resultados registrados en la figura anterior muestran que los cambios generados en la red de innovación por parte de los extensionistas van de acuerdo con lo señalado por Solleiro-Rebolledo et al. (2017) quienes señalan al extensionismo como uno de los mecanismos más efectivos para facilitar el acceso de los actores del campo a conocimientos y tecnologías de alto valor; impulsar su interacción con organismos

dedicados a la investigación, enseñanza, agroindustria y otros, así como favorecer los procesos de transferencia de tecnología e innovación para fomentar la competitividad del sector.

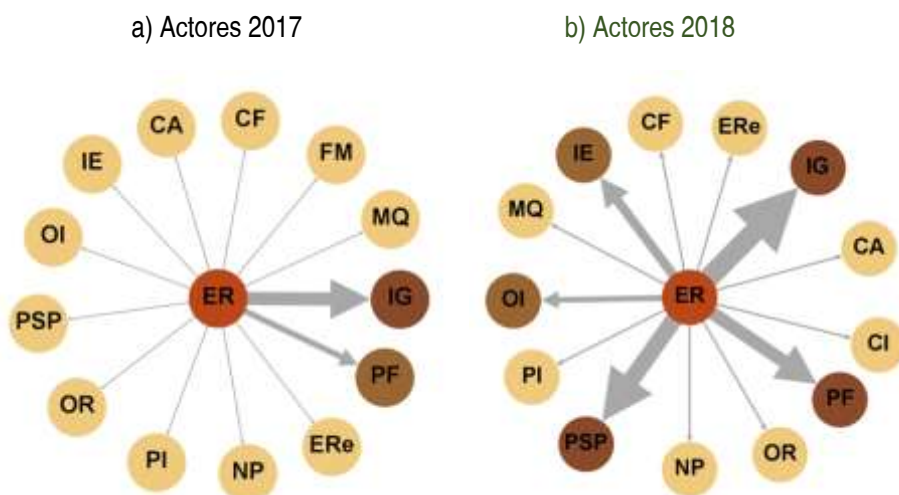


Figura 4-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Chiapas

Nota: A mayor grosor de la línea indica que el actor es más veces referido como fuente de información.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En la red general, de 2017 a 2018, los actores incrementaron 8 %; la densidad también incrementó 200 %, la desviación estándar de este indicador, en 2017, fue menor que en 2018, aunque el valor de la densidad pareciera ser bajo, este valor coincide con los reportados en otras investigaciones en los que la densidad no supera el 4 % (Rodríguez et al., 2016; Muñoz-Rodríguez et al., 2007; Roldán-Suárez, Rendón-Medel & Camacho, 2018) (Cuadro 4-2). Los grados de entrada y de salida incrementaron 107 % indicando que la red de 2018 es más dinámica que en 2017, la desviación de los datos es mayor en 2018 que en 2017. El

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

índice de centralización de entrada disminuyó, lo que indica que los actores que antes centralizaban la red por ser fuente de información perdieron fuerza en 2018, mientras que el índice de centralización de salida incrementó 100 %, los productores preguntan el doble de lo que lo hacían en 2017 lo que es favorable para el aprendizaje y colaboración de los actores.

Cuadro 4-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Chiapas

| Indicador                               |                     | 2017  | 2018  |
|-----------------------------------------|---------------------|-------|-------|
| Número de actores de la red             |                     | 4,414 | 4,775 |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.01  | 0.03  |
|                                         | Desviación estándar | 0.01  | 0.02  |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 1.4   | 2.9   |
|                                         | Desviación estándar | 0.07  | 0.14  |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 1.4   | 2.9   |
|                                         | Desviación estándar | 0.02  | 0.03  |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 2.7   | 2.6   |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 0.1   | 0.2   |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En procesos de transferencia de tecnología es útil conocer quiénes son los actores clave que pueden ayudar a hacer más eficiente la difusión de innovaciones. El cuadro 4-3 muestra la cobertura de la red calculada para diferente número de actores, de 3 hasta 50, así como el incremento marginal en la cobertura derivado del cambio en el número de actores clave. Se marcan en color gris las celdas en las que se encuentra la mayor eficiencia por tipo de actor y año. En 2017, con 15 actores, se tenía la mayor eficiencia, ya que se contaba con el mayor alcance posible (74 %) con el menor número de actores fuente, a diferencia de 2018 que para alcanzar una cobertura aproximada se requerían de 20 actores fuente, estos datos coinciden con la disminución del Índice de centralización de entrada del cuadro 4-2. Para el caso de los actores

colectores, en 2017 la mayor eficiencia en alcance se tenía con 10 actores clave, con quienes se tuvo un alcance de 8 % de la red. Se observa el mismo comportamiento que con actores fuente, ya que para que en 2018 se alcanzara una cobertura de 9 %, se requerían de 20 actores colectores.

La comparación de las coberturas con diferente número de actores permite identificar el número óptimo de actores que pueden participar en una estrategia de difusión de innovaciones para invertir la menor cantidad de recursos y obtener el mayor alcance de la red.

Cuadro 4-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Chiapas

| Número de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |            | Cobertura 2018 (%) |            |
|---------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|                                 | Fuentes            | Colectores | Fuentes            | Colectores |
| 3                               | 39                 | 3          | 45                 | 3          |
| 5                               | 49                 | 5          | 54                 | 4          |
| 10                              | 64                 | 8          | 65                 | 6          |
| 15                              | 74                 | 10         | 70                 | 7          |
| 20                              | 81                 | 12         | 75                 | 9          |
| 25                              | 84                 | 14         | 78                 | 10         |
| 30                              | 88                 | 17         | 81                 | 11         |
| 35                              | 92                 | 18         | 83                 | 12         |
| 40                              | 94                 | 19         | 85                 | 13         |
| 45                              | 96                 | 19         | 86                 | 14         |
| 50                              | 98                 | 20         | 88                 | 15         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La figura 4-5 muestra que 10 actores es el tamaño óptimo que considerar para obtener el mayor alcance de la red; es el número de actores con los que se tiene el mayor incremento marginal. A partir de ese punto, el cambio marginal es negativo.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

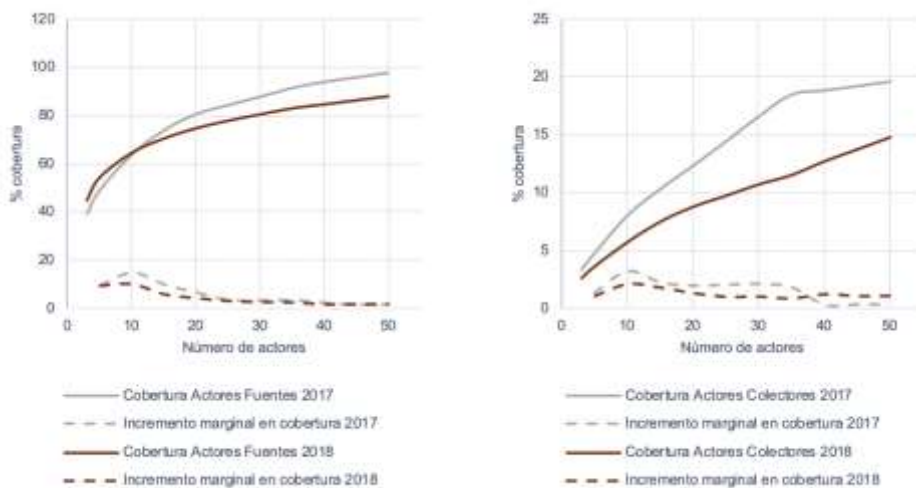


Figura 4-5. Comparación de cobertura de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Así, con base en la identificación del número eficiente en la selección de actores clave, es decir, empleando criterios de cercanía y focalización, se pueden obtener incrementos de la cobertura de los agentes de cambio como lo demuestran López et al. (2016). La figura 4-6 muestra los 10 actores clave fuentes y 10 actores clave colectores de la red de innovación. En ella se observa que el 80 % de los actores fuentes son PSP. Con respecto a los actores colectores, todos ellos son productores que formaron parte de la población objetivo del programa.

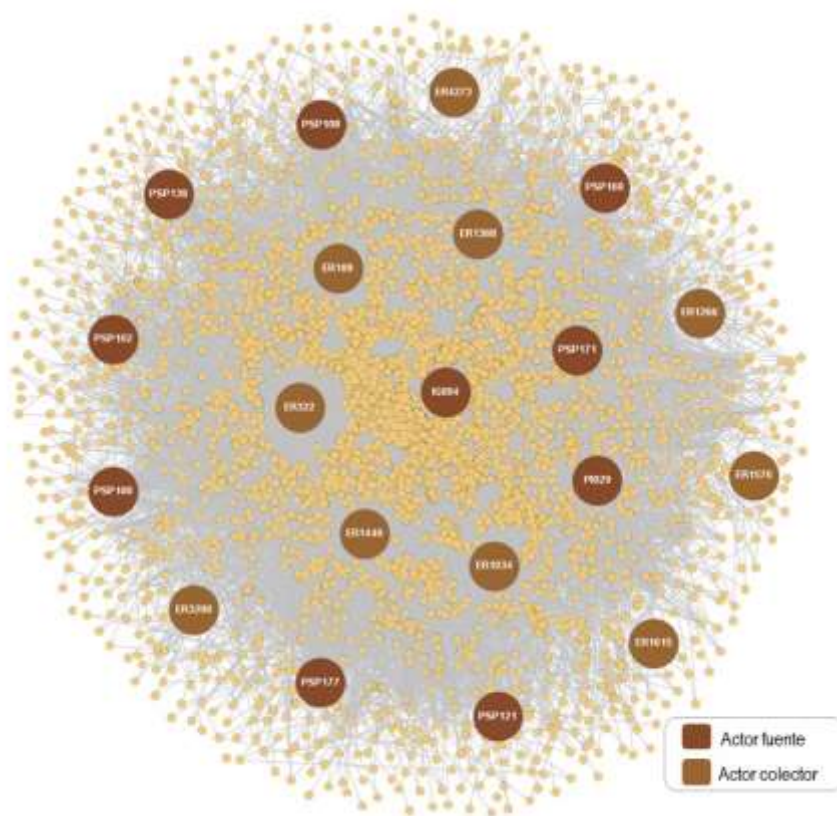


Figura 4-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Chiapas

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

### 4.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018

Para estimar las diferencias significativas entre un año y otro, se analizaron a los productores de manera paralela, quedando una muestra de

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

2,267 productores que fueron entrevistados en 2017 y en 2018. El cuadro 4-4 muestra las estadísticas descriptivas de las variables analizadas, todas las variables presentaron una diferencia altamente significativa de 2017 a 2018.

**Cuadro 4-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Chiapas**

| Variable<br>n=2,267 | Media |      | Desviación<br>estándar |      | Coeficiente<br>de variación |        | Significancia |
|---------------------|-------|------|------------------------|------|-----------------------------|--------|---------------|
|                     | 2017  | 2018 | 2017                   | 2018 | 2017                        | 2018   |               |
| Superficie (ha)     | 2.2   | 2.1  | 1.3                    | 1.4  | 59.09                       | 66.67  | 0.001         |
| Rendimiento (t/ha)  | 3.2   | 3.4  | 1.8                    | 1.9  | 56.25                       | 55.88  | 0.000         |
| InAI (%)            | 7     | 17   | 5.7                    | 10.0 | 81.43                       | 58.82  | 0.000         |
| Integración (%)     | 0.05  | 0.01 | 0.57                   | 0.02 | 1140.00                     | 200.00 | 0.000         |
| Radialidad (%)      | 0.02  | 0.05 | 0.01                   | 0.02 | 50.00                       | 40.00  | 0.000         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La superficie sembrada con maíz pasó de 2.2 a 2.1 t/ha, disminuyendo un 4 %; el rendimiento incrementó en 6 %, el nivel de innovación de los productores fue el que más incrementó con 138 %; la presencia de actores fuente de información disminuyó 93 %, mientras que la presencia de actores colectores incrementó 128 %.

Cuando el indicador de integración disminuye esto denota que los productores han dejado de ser fuentes de información para los productores entrevistados y que ahora los productores de maíz buscan diversificar sus fuentes de información consultando a otros actores. El incremento en el indicador de radialidad también es resultado de esta búsqueda por información nueva con actores distintos.

Dado que el rendimiento es una variable que se ve como el resultado del proceso de intervención de PROAGRO Productivo, se realizó una clasificación de los productores con base en el rendimiento obtenido

en 2018 por lo que se consideraron sólo a los productores que obtuvieron un rendimiento mínimo de 1 t/ha, lo que resultó en una muestra de 2,267 productores (Figura 4-7).

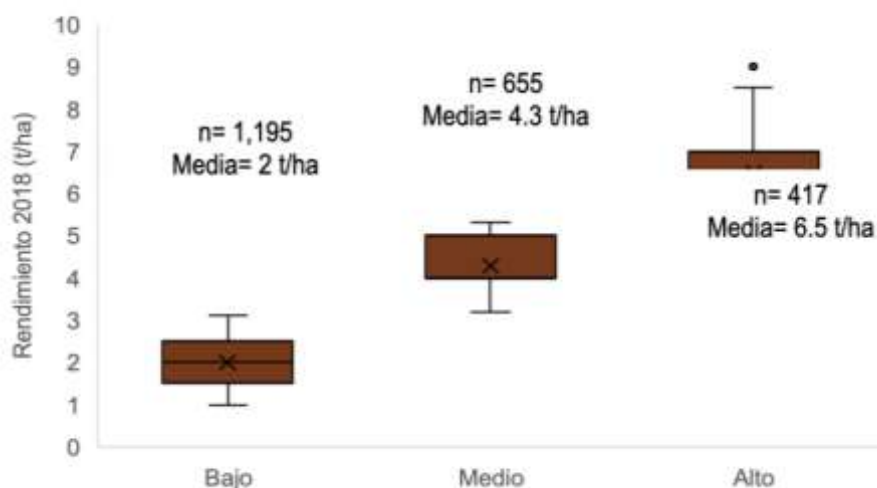


Figura 4-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Chiapas de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En Chiapas, el grupo de productores con rendimientos bajos fue el más grande, en éste se encuentra el 53 % de los productores. En el grupo de rendimientos medios se ubicó el 29 % y en el grupo de rendimientos altos, el 18 %. En el grupo de rendimientos bajos el rendimiento promedio fue de 2 t/ha, sin embargo, los productores de este grupo tuvieron rendimientos que van de 1 a 3.1 t/ha. En el grupo de rendimientos medios, el rendimiento promedio fue de 4.3 t/ha, sin embargo, los productores de este grupo registraron rendimientos que van de 3.5 a 8.5 t/ha. En el grupo de rendimientos altos, el rendimiento promedio fue de

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

6.5 t/ha, sin embargo, los productores de este grupo obtuvieron rendimientos que van de 5.5 a 8.5 t/ha.

A partir de esta agrupación, a continuación, se analizarán los cambios en los grupos de productores, de 2017 a 2018 (Cuadro 4-5).

Cuadro 4-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Chiapas

| Variables          | Bajo              |                   | Medio             |                   | Alto              |                   |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | 2017              | 2018              | 2017              | 2018              | 2017              | 2018              |
| Rendimiento (t/ha) | 2.3 <sup>a</sup>  | 2.2 <sup>a</sup>  | 4.4 <sup>b</sup>  | 4.9 <sup>a</sup>  | 5.6 <sup>b</sup>  | 7.2 <sup>a</sup>  |
| InAI (%)           | 7 <sup>b</sup>    | 16 <sup>a</sup>   | 8 <sup>b</sup>    | 19 <sup>a</sup>   | 9 <sup>b</sup>    | 20 <sup>a</sup>   |
| Integración (%)    | 0.07 <sup>a</sup> | 0.01 <sup>b</sup> | 0.03 <sup>a</sup> | 0.01 <sup>a</sup> | 0.02 <sup>a</sup> | 0.00 <sup>b</sup> |
| Radialidad (%)     | 0.02 <sup>b</sup> | 0.04 <sup>a</sup> | 0.02 <sup>b</sup> | 0.05 <sup>a</sup> | 0.02 <sup>b</sup> | 0.05 <sup>a</sup> |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

De 2017 a 2018 se observaron cambios significativos en la mayoría de las variables:

- El rendimiento disminuyó en el grupo bajo, pero no fue significativo. Sin embargo, para esta variable los cambios significativos y positivos se observaron en los grupos medio y alto.
- El nivel de innovación de los productores incrementó de manera significativa en los tres grupos, lo que demuestra que todos los productores incrementaron la adopción de las innovaciones promovidas por el programa PROAGRO Productivo en 2018. Reflejando pertinencia del programa en los tres grupos.
- Los productores dejan de ser fuente de información para los otros productores, por lo que disminuye el indicador de integración, este comportamiento va ligado a la última aseveración.
- Los productores tienden a buscar información en fuentes diversas que les otorguen mayor calidad; por lo que incrementa el indicador de radialidad en los tres grupos de manera significativa. En gene-

ral, en 2018 se observó mayor nivel de radialidad que de integración en los grupos de productores, este resultado coincide con lo reportado por Aguilar-Gallegos et al., 2016a con productores de hule.

Hasta ahora se ha visto que los valores de los rendimientos tuvieron cambios significativos en los momentos de análisis, por tal motivo se propuso un modelo de regresión lineal para identificar si el nivel de innovación, la edad del productor, la integración, la radialidad, con maíz tienen algún impacto en los valores obtenidos. Damián et al. (2007) identificaron que existe relación directa entre el nivel de adopción de tecnología y los rendimientos de productores de maíz en el estado de Tlaxcala. En este sentido, el cuadro 4-6 denota que 11 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por las variables independientes.

Cuadro 4-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Chiapas en los rendimientos obtenidos en 2018

| <b>n=2,267</b>                | <b>b</b> | <b>Error estándar</b> | <b>Significancia</b> |
|-------------------------------|----------|-----------------------|----------------------|
| Intercepto                    | 2.391    | 0.205                 | 0.000                |
| Edad                          | -0.005   | 0.003                 | 0.073                |
| InAI                          | 0.005    | 0.005                 | 0.361                |
| Integración                   | -2.745   | 1.812                 | 0.130                |
| Radialidad                    | 14.805   | 1.924                 | 0.000                |
| <b>p de F</b>                 | 58.479   |                       | 0.000                |
| <b>R<sup>2</sup></b>          | 0.115    |                       |                      |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b> | 0.113    |                       |                      |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Los resultados muestran que, en el estado de Chiapas, en 2018, el rendimiento de los productores que colaboraron con el programa PROAGRO Productivo dependió de la superficie sembrada con maíz y de su capacidad de obtener información de una diversidad de actores, es decir de su alcance de radialidad.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

Para identificar las innovaciones que influyen en el rendimiento de los productores de maíz en Chiapas, se propuso un modelo de regresión lineal en el que la variable dependiente es el rendimiento de maíz, y las independientes son innovaciones promovidas por el programa PRO-AGRO Productivo en 2018. El cuadro 4-7 muestra que 29 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por las innovaciones implementadas. Las innovaciones significativas en el estado fueron: subsoleo, siembra directa, poscosecha, análisis de suelo, fertilización, mejoradores de suelo, maíz mejorado MasAgro y feromonas.

Cuadro 4-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Chiapas en los rendimientos obtenidos en 2018

| <b>n=2,267</b>                | <b>b</b> | <b>Error estándar</b> | <b>Significancia</b> |
|-------------------------------|----------|-----------------------|----------------------|
| Intercepto                    | 3.06     | 0.085                 | 0.000                |
| Subsoleo                      | 0.57     | 0.18                  | 0.002                |
| Camas permanentes             | -0.04    | 0.18                  | 0.816                |
| Siembra directa               | 2.32     | 0.15                  | 0.000                |
| Poscosecha                    | -1.31    | 0.077                 | 0.000                |
| Análisis de suelo             | 1.43     | 0.195                 | 0.000                |
| Análisis foliar               | 0.07     | 0.421                 | 0.861                |
| Fertilización                 | 0.34     | 0.086                 | 0.000                |
| Micronutrientes               | 0.34     | 0.085                 | 0.000                |
| Composta                      | 0.16     | 0.152                 | 0.283                |
| Mejoradores de suelo          | 0.48     | 0.162                 | 0.003                |
| Micorrizas                    | -0.13    | 0.232                 | 0.589                |
| Maíz mejorado MasAgro         | 0.59     | 0.075                 | 0.000                |
| Feromonas                     | 0.49     | 0.084                 | 0.000                |
| <b>p de F</b>                 |          | 72.09                 | 0.000                |
| <b>R<sup>2</sup></b>          |          | 0.294                 |                      |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b> |          | 0.29                  |                      |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## **4.4 Conclusiones y recomendaciones**

La Red de Innovación de productores de maíz de Chiapas es una red consolidada: de 2017 a 2018 mostró cambios significativos positivos en cuanto al tamaño de la red, el nivel de innovación de los productores, el rendimiento, la diversidad y calidad de fuentes de conocimiento y los indicadores de estructura de la red.

La estructura de la Red de Innovación cambió de 2017 a 2018, con mayor presencia de actores y una mayor cantidad y fortaleza de las relaciones de aprendizaje, los productores fortalecen sus vínculos de aprendizaje y colaboración con los distintos tipos de actores presentes en el estado. La madurez en la que se encuentra esta red permite que la innovación se difunda con mayor facilidad al resto de productores, ya que los cambios en rendimiento son más evidentes y atractivos.

Los productores de maíz en Chiapas consultan y son consultados en proporciones similares. Además, la red a la que pertenecen se descentraliza, esto quiere decir que las fuentes de información no son siempre las mismas y los productores tienen la necesidad de buscar nuevas fuentes de conocimiento.

Es necesario que futuras estrategias de extensionismo continúen con la promoción de innovaciones que los productores del estado de Chiapas requieren para satisfacer sus necesidades cuidando los principios de sustentabilidad del territorio y que favorezcan el relacionamiento de los productores a favor de la difusión de los beneficios que la adopción de innovaciones sustentables les ha generado.

Se recomienda que futuras estrategias de intervención utilicen los resultados que se han explicado en este capítulo para la toma de decisiones sobre el punto de partida de sus intervenciones, así como para el establecimiento de metas e indicadores en sus labores de extensión y colaboración con los productores.

## Capítulo 5. Estado de México. Síntesis de resultados

VÍCTOR HUGO VILLASEÑOR CARMONA<sup>1</sup>  
JUAN SALVADOR JIMÉNEZ CARRASCO<sup>2</sup>  
BONIFACIO GAONA PONCE<sup>1</sup>

### 5.1 Información general

La extensión rural es un proceso de trabajo y acompañamiento con el productor orientado al desarrollo sostenible de sus capacidades (Rendón Medel, Roldán Suárez, Hernández & Cadena Íñiguez, 2015). En ese sentido, el presente capítulo se plantea como objetivo analizar los resultados de la implementación de un modelo de extensión en el Estado de México.

El Estado de México es la segunda entidad con más productores atendidos, por lo cual toma importancia el análisis de las condiciones de los productores para encontrar puntos de mejora en las intervenciones que en él se realiza y generar una mayor productividad en los beneficiarios del programa. Además, la producción de 2017 en el estado presentó un rendimiento promedio de 2.6 t/ha, el cual se encuentra por debajo de la media nacional de 3.8 t/ha (SIAP, 2019). Ante este escenario, el Estado de México se visualiza como uno de los estados con una gran brecha de mejora para la producción de maíz en el país.

En el Estado de México, el programa PROAGRO Productivo, en el 2017, trabajó en 31 municipios y en 2018 se incrementó un municipio, sin embargo, el número de actores disminuyó pasando de 5,629 a 3,308 beneficiarios a quienes se les brindó asistencia técnica. El cuadro 5-1 registra una caracterización general de los productores y sus unidades de producción en los años de operación.

---

<sup>1</sup> Maestranter en Ciencias en Estrategia Agroempresarial. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH), correo electrónico: bololocho\_5a@hotmail.com; analidasa@hotmail.com

<sup>2</sup> Doctorante en Ciencias en Problemas Económico-Agroindustriales. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH); correo electrónico: jjimenezc@ciestaam.edu.mx

**Cuadro 5-1. Información general del Estado de México**

| Variable                    | 2017  | 2018  |
|-----------------------------|-------|-------|
| Número de productores       | 5,629 | 3,308 |
| Edad (años)                 | 63    | 65    |
| Superficie promedio (ha)    | 1.7   | 2     |
| Rendimiento promedio (t/ha) | 2.6   | 1.9   |
| Autoconsumo promedio (%)    | 77    | 76    |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## **5.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del Estado de México**

### **Dinámica de innovación**

El mapeo de redes de innovación que se realizó en el estado identificó las tasas de adopción de las 17 innovaciones que promovió PROAGRO Productivo en 2017 y 2018, de las cuales los productores sólo refirieron 13. Al respecto, la figura 5-1 muestra las innovaciones que para 2017 se realizaban. En ella, se observa que la fertilización fue la innovación más adoptada con 48 % de aceptación. El uso de fertilizantes es común en el sector agrícola y su uso ha sido vinculado a diversos factores como el tamaño del predio, ingreso de los productores, pago directo de PROAGRO Productivo (antes PROCAMPO), cantidad de tractores y nivel de educación de la población rural (García-Salazar et al., 2018).

Por otra parte, la figura 5-2 muestra las innovaciones que fueron adoptadas por al menos el 1 % de los productores en 2018. Con lo anterior se muestra que los productores practicaron dos innovaciones más de las que realizaban en 2017, además, se observan incrementos en los porcentajes de adopción en las innovaciones que ya realizaban.



Figura 5-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el Estado de México y principales actores que las promueven, 2017

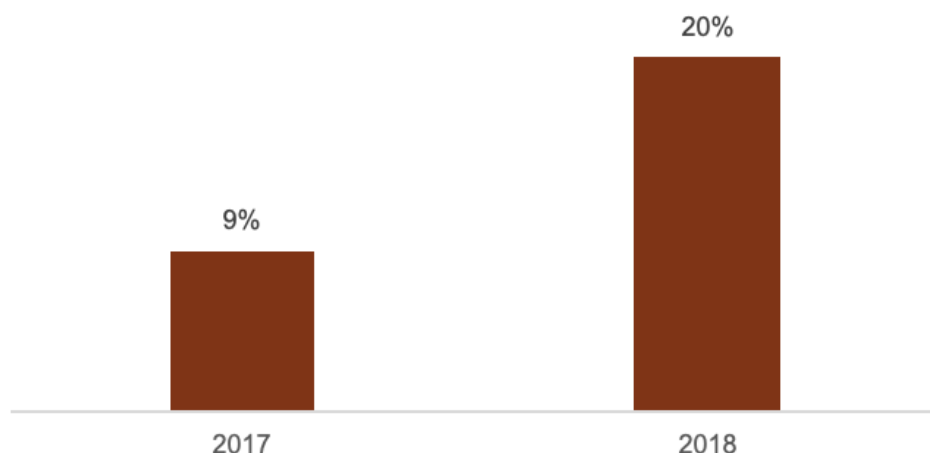
Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.



Figura 5-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el Estado de México y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En la figura 5-3 se evidencia un aumento de 119 % en el nivel de innovación, lo que significa que los productores en 2018 realizaron, en promedio, una innovación más de las que realizaron en 2017.



**Figura 5-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz el Estado de México, en 2017 y 2018**

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## **Red de innovación**

En el Estado de México se encuentra una gran diversidad de actores con los cuales los productores interactúan para obtener información y recursos para innovar. Sin embargo, no todos los actores presentes tienen la misma importancia para el productor. En este sentido, la figura 5-4 muestra los actores presentes en las redes de los productores en 2017 y 2018. La relación está indicada con una línea y el grosor de ésta refleja una mayor o menor relación con estos actores. Por lo anterior, se observa que los asesores técnicos representados como PSP tomaron relevancia para la consulta de información en el 2018, también se observa que los productores interactuaron con más actores para la obtención de información.

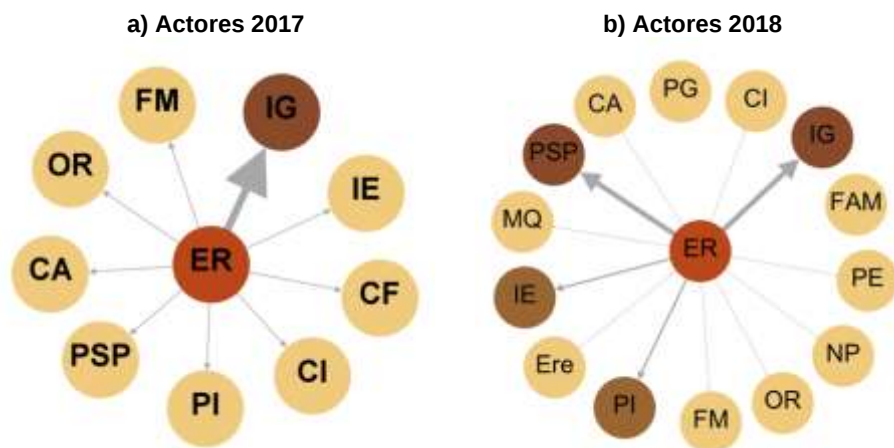


Figura 5-4. Fuentes de información para la innovación en la red del Estado de México

Nota: A mayor grosor de la línea indica que el actor es más veces referido como fuente de información.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El cuadro 5-2 registra los indicadores de las redes de 2017 y 2018, en él se muestra que el número de productores disminuyó, pero la densidad de la red se mantuvo. Lo anterior indica un incremento respecto a las relaciones que tienen los actores, aún más si consideramos la gran cantidad de actores con los que cuenta la red. Con respecto a los índices de centralización de entrada y de salida, éstos también presentaron diferencias, lo que se puede observar en la dinámica de estos indicadores que las personas que consultan aumentaron, ya que menos personas concentran las consultas realizadas, así como de las personas que respondieron esas consultas. Por otra parte, el hecho de que el índice de centralización disminuyera nos indica que la diversidad de personas que son consultadas con respecto a las cuestiones técnicas es mayor. En términos de oferta y demanda de la información, significa que los productores tienen acceso a una mayor diversidad de actores de los cuales obtienen información, así como mayor dinámica de consulta.

Cuadro 5-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del Estado de México

| Indicador                               |                     | 2017         | 2018         |
|-----------------------------------------|---------------------|--------------|--------------|
| Número de actores de la red             |                     | <b>6,825</b> | <b>4,479</b> |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.03         | 0.03         |
|                                         | Desviación estándar | 0.01         | 0.01         |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 0.79         | 1.43         |
|                                         | Desviación estándar | 7.16         | 7.36         |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 0.79         | 1.43         |
|                                         | Desviación estándar | 0.81         | 1.29         |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 6            | 4            |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 0.07         | 0.16         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

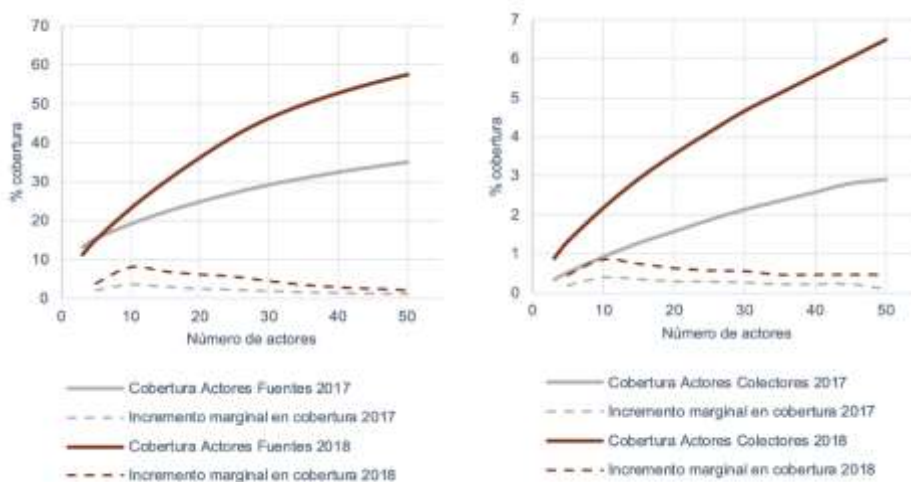
En procesos de transferencia de tecnología la administración de tiempos y recursos es fundamental, ya que ambos son escasos, por lo que realizar intervenciones basadas en análisis de redes sociales ayuda a efficientizar intervenciones. Resulta útil conocer cómo se encuentra el mercado de información para la innovación y, más allá de conocerlo, es conveniente identificar a los actores clave que pueden ayudar a efficientizar el proceso de difusión de innovaciones. Así, en el cuadro 5-3 se observan las coberturas de la red calculadas para diferentes grupos de actores, clasificados en actores fuente o colectores, considerando grupos que tienen un rango de actores que va de 3 a 50. En dicho cuadro se observa que para ambos años y los dos tipos de actores, la cobertura que se puede tener en la red varía dependiendo del grupo de actores que se utilicen para hacer una intervención. La figura 5-5 muestra la variación de cobertura cuando se utilizan actores fuente o actores colectores. Por otra parte, la figura 5-6 muestra los actores clave seleccionados.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

**Cuadro 5-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del Estado de México**

| Número de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |            | Cobertura 2018 (%) |            |
|---------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|                                 | Fuentes            | Colectores | Fuentes            | Colectores |
| 3                               | 13                 | 0.3        | 11                 | 0.8        |
| 5                               | 15                 | 0.5        | 15                 | 1          |
| 10                              | 19                 | 0.9        | 23                 | 2          |
| 15                              | 22                 | 1          | 30                 | 3          |
| 20                              | 25                 | 1.5        | 36                 | 3          |
| 25                              | 27                 | 2          | 42                 | 4          |
| 30                              | 29                 | 2          | 46                 | 4          |
| 35                              | 31                 | 2          | 50                 | 5          |
| 40                              | 32                 | 2.5        | 53                 | 5          |
| 45                              | 34                 | 3          | 55                 | 6          |
| 50                              | 35                 | 3          | 57                 | 6          |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.



**Figura 5-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018**

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

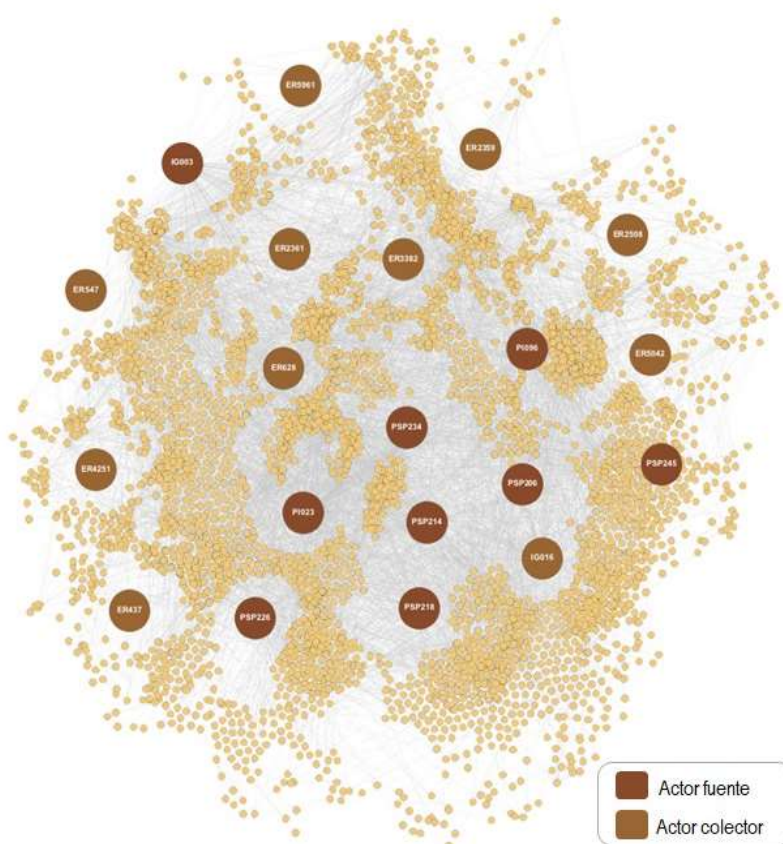


Figura 5-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del Estado de México

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

### 5.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018

Para estimar las diferencias significativas entre un año y otro se analizaron a los productores que participaron en ambos años, lo que generó

una muestra de 2,806 productores. El cuadro 5-4 muestra las estadísticas descriptivas de las variables analizadas. En él se observa que el rendimiento disminuyó 10 %, el nivel de innovación de los productores fue el que más incrementó (92 %), la integración de los productores a la red se duplicó y, por otra parte, la radialidad aumentó en 238 %. El hecho de que los productores hayan incrementado su radialidad indica que consultan más y que han diversificado sus fuentes de información para la innovación.

**Cuadro 5-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del Estado de México**

| Variable           | Media |      | Desviación estándar |       | Coeficiente de variación |       | Significancia |
|--------------------|-------|------|---------------------|-------|--------------------------|-------|---------------|
|                    | 2017  | 2018 | 2017                | 2018  | 2017                     | 2018  |               |
| Superficie (ha)    | 2     | 3    | 1.27                | 1.81  | 63.50                    | 60.33 | 0.000         |
| Rendimiento (t/ha) | 3     | 2    | 1.81                | 1.47  | 60.33                    | 73.50 | 0.000         |
| InAI (%)           | 9     | 17   | 8.10                | 11.60 | 90.00                    | 68.24 | 0.000         |
| Integración (%)    | 0.1   | 0.2  | 0.01                | 0.016 | 10.00                    | 8.00  | 0.000         |
| Radialidad (%)     | 1.4   | 4.8  | 0.01                | 0.03  | 0.71                     | 0.63  | 0.000         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Debido a que el cambio en el rendimiento de los productores es una variable que refleja los resultados obtenidos en un proceso de intervención, se realizó una clasificación de ellos con base en el rendimiento obtenido en 2018, por lo cual se consideraron únicamente a los productores que obtuvieron un rendimiento mínimo de 1 t/ha, lo que resultó en una muestra de 2,363 productores (Figura 5-7), de los cuales el 66 % se ubica dentro del grupo de los bajos rendimientos.

Tomando como referencia la agrupación por rendimientos, el cuadro 5-5 muestra los cambios que se han dado en 2018 con respecto a 2017 en las variables que se han analizado. En él se observa que, para todos los grupos, el cambio en los rendimientos fue significativo, sin embargo, los productores de bajos rendimientos disminuyeron su producción 20 %.

Por otra parte, los productores de alto rendimiento aumentaron 53 % su producción, en este rubro. Para el caso del nivel de innovación, todos los grupos presentaron incrementos considerables en la adopción de innovaciones, sin embargo, el grupo de altos rendimientos presentó el mayor incremento (276 %). Otro punto destacable fueron los cambios percibidos en la integración y radialidad de los productores dentro de la red, los productores de bajos rendimientos fueron un grupo sobresaliente en este aspecto, ya que fueron los que mostraron mayor avance tanto en su integración como radialidad lo que indica que tienen un mayor acceso a los disponibles de la red y, a su vez, pueden ser vínculo para otros productores para el acceso a dichos recursos.

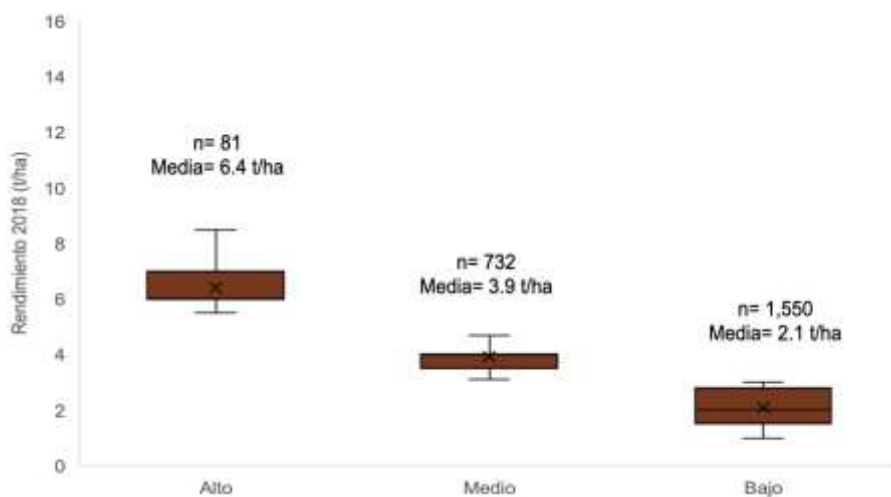


Figura 5-7. Clasificación de productores de maíz del Estado de México de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Por lo descrito anteriormente, se observa que los valores de los rendimientos tuvieron cambios significativos para el 2018 con respecto a

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

2017, por tal motivo se realizó un modelo de regresión lineal para comprobar si el nivel de innovación, la edad del productor y su integración y radialidad en la red tienen algún impacto en los valores obtenidos. En este sentido, el cuadro 5-6 muestra que 10 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por las variables independientes, de las cuales, el nivel de innovación y la radialidad son estadísticamente significativos en éste.

**Cuadro 5-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el Estado de México**

| Variables          | Bajo               |                    | Medio              |                    | Alto               |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                    | 2017               | 2018               | 2017               | 2018               | 2017               | 2018               |
| Rendimiento (t/ha) | 2.6 <sup>b</sup>   | 2 <sup>a</sup>     | 3.5 <sup>b</sup>   | 3.9 <sup>a</sup>   | 4.1 <sup>b</sup>   | 6.4 <sup>a</sup>   |
| InAl (%)           | 8.5 <sup>b</sup>   | 16 <sup>a</sup>    | 9 <sup>b</sup>     | 20 <sup>a</sup>    | 6 <sup>b</sup>     | 22 <sup>a</sup>    |
| Integración (%)    | 0.014 <sup>b</sup> | 0.047 <sup>a</sup> | 0.017 <sup>b</sup> | 0.057 <sup>a</sup> | 0.02 <sup>b</sup>  | 0.06 <sup>a</sup>  |
| Radialidad (%)     | 0.001 <sup>b</sup> | 0.002 <sup>a</sup> | 0.001 <sup>b</sup> | 0.002 <sup>a</sup> | 0.004 <sup>b</sup> | 0.005 <sup>a</sup> |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

**Cuadro 5-6. Importancia del perfil del productor de maíz del Estado de México en los rendimientos obtenidos en 2018**

| n=2,363                 | b     | Error estándar | Significancia |
|-------------------------|-------|----------------|---------------|
| Intercepto              | 1.93  | 0.14           | 0.00          |
| Edad                    | 0     | 0.002          | 0.92          |
| InAl                    | 0.006 | 0.003          | 0.04          |
| Integración             | -0.64 | 1.43           | 0.65          |
| Radialidad              | 6.22  | 1.09           | 0.00          |
| p de F                  | 57.97 |                | 0.00          |
| R <sup>2</sup>          | 0.11  |                |               |
| R <sup>2</sup> ajustado | 0.10  |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Debido a que el nivel de innovación tiene un impacto positivo en el rendimiento, se procedió a realizar otro modelo de regresión con el propósito de identificar a detalle qué innovaciones tienen un impacto en éste, por lo que el cuadro 5-7 muestra que 11 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por las innovaciones implementadas, por eso algunas de ellas cobran relevancia debido a su impacto, positivo o negativo, en los rendimientos; son las siguientes:

- Análisis de suelo (+)
- Micorrizas (+)
- Maíz mejorado MasAgro (+)
- Micronutrientes (+)
- Feromonas (-)
- Poscosecha (-)

Cuadro 5-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del Estado de México en los rendimientos obtenidos en 2018

| n=2,363                       | b     | Error estándar | Significancia |
|-------------------------------|-------|----------------|---------------|
| Intercepto                    | 2.62  | 0.05           | 0.000         |
| Subsoleo                      | 0.05  | 0.06           | 0.390         |
| Camas permanentes             | -0.31 | 0.24           | 0.210         |
| Siembra directa               | 0.04  | 0.08           | 0.630         |
| Poscosecha                    | -0.22 | 0.05           | 0.000         |
| Análisis suelo                | 0.65  | 0.09           | 0.000         |
| Análisis foliar               | 0.36  | 0.19           | 0.060         |
| Fertilización                 | 0.10  | 0.05           | 0.050         |
| Micronutrientes               | 0.37  | 0.09           | 0.000         |
| Composta                      | 0.11  | 0.06           | 0.060         |
| Mejoradores de suelo          | 0.03  | 0.09           | 0.670         |
| Micorrizas                    | 0.44  | 0.13           | 0.000         |
| Maíz mejorado MasAgro         | 0.45  | 0.07           | 0.000         |
| Feromonas                     | -0.95 | 0.18           | 0.000         |
| Tratamiento para semillas     | 0.07  | 0.05           | 0.170         |
| <b>p de F</b>                 | 16.45 |                | 0.00          |
| <b>R<sup>2</sup></b>          | 0.08  |                |               |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b> | 0.08  |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 5.4 Conclusiones y recomendaciones

El número de beneficiarios del programa en el Estado de México presentó cambios durante 2017-2018. Se registró una disminución considerable de productores beneficiarios encuestados, por lo que el análisis y las conclusiones serán enfocados en los productores que estuvieron presentes en ambos años.

Estos productores presentaron cambios diversos, los más notorios se perciben en los índices de adopción y en el aumento considerable en los roles de los productores en la red, por lo que se puede decir que la red se consolidó, ya que los productores mostraron una apertura a innovar, así como a buscar información y difundirla. Por otro lado, los rendimientos promedio de los beneficiarios en 2018 disminuyeron de manera significativa, lo cual no significa que este patrón se observe en todos los productores de la red; un grupo de productores registró un comportamiento de incremento en rendimientos de 2017 a 2018, además se obtuvo información de cómo algunas innovaciones influyen en el rendimiento, ya sea de manera positiva o negativa. Es importante mencionar que el hecho de que una innovación tenga impactos negativos en el rendimiento no significa que esta innovación sea mala, pero sí debe ser un foco de atención y reflexión para los asesores técnicos para promover estas innovaciones de manera paulatina y siguiendo cierta lógica de adopción, ya que algunas innovaciones tienen requerimientos específicos para ser eficaces.

Dos son los aspectos que se recuperan del análisis en torno a la gestión de la red para la difusión eficiente de la innovación. Primero, la presencia de actores externos como la de los asesores técnicos resulta relevante en la gestión del conocimiento, pues al formar vínculos puntuales y orientados pueden estimular procesos de adopción más rápidos, de manera contraria a los resultados que pudieron observarse mediante la línea base, donde la existencia de actores y sus interacciones formó una red con vínculos más “fuertes” (Granovetter, 1973), que provocó niveles de adopción más bajos y lentos.

En segundo lugar, se destaca la importancia que cobra la promoción de innovaciones con actores que estén bien posicionados en la red, ya que eficientiza el trabajo, además se identificó que los actores más importantes para la obtención de información fueron instituciones de gobierno y los PSP, los cuales pueden dar dos puntos importantes a debatir. El primero es que ellos deben aprovechar la confianza que los productores tienen en cuestiones de flujo de información; el segundo que los productores no tienen la confianza de consulta entre ellos, lo cual es un punto que trabajar ya que, como se observa, existen grupos de productores (grupo de productores de alto rendimiento) que tienen buen desempeño en la actividad productiva de los cuales pueden aprender.

Finalmente, es importante dar continuidad a los productores atendidos, pues para este caso, de los 5,629 productores que se atendieron en 2017, sólo se les dio continuidad a 2,806 y se incluyeron 502 nuevos productores, lo cual indica que la cantidad de beneficiados se redujo 42 %. La permanencia es un punto relevante de mejora para el productor y también para el programa de extensión, ya que la continuidad, aunada al almacenamiento de datos, permite un mejor análisis de efectos del programa de extensión en grupos de productores atendidos.

## Capítulo 6. Guanajuato. Síntesis de resultados

VICTORIA CIELO HERNÁNDEZ CRUZ<sup>1</sup>

### 6.1 Información general

En 2017, en Guanajuato se sembró una superficie de 388,888 ha de maíz equivalente al 5 % de la superficie nacional sembrada. De éstas, 1,467 sufrieron siniestro (SIAP, 2019), además, del total cosechado, se obtuvo una producción de maíz de 1,642,835.37 toneladas con un rendimiento promedio de 4.2 t/ha, 11 % más que la media nacional (3.8 t/ha). Así, este estado se ubica como el productor número 10 a nivel nacional en la producción de grano de maíz, con potencial a ser uno de los principales en la producción de este grano, para contribuir a la seguridad alimentaria, que continua siendo uno de los desafíos claves en las próximas décadas (Stads, Beintema, Pérez, Flaherty, & Falconi, 2016).

En el estado, PROAGRO Productivo aumentó su cobertura pasando de atender 755 productores de maíz en 2017, a 1,377 en 2018 como lo muestra el cuadro 6-1. Asimismo, a pesar de que su superficie sembrada disminuyó 0.2 ha, el rendimiento se mantuvo, además que al incrementar sus rendimientos destinan una menor parte al autoconsumo, por tanto, esta variable también disminuye, no obstante, la edad de los productores aumentó en promedio dos años en 2018.

Cuadro 6-1. Información general del estado de Guanajuato

| Variable                    | 2017 | 2018  |
|-----------------------------|------|-------|
| Número de productores       | 755  | 1,377 |
| Edad (años)                 | 63   | 65    |
| Superficie promedio (ha)    | 3    | 2.8   |
| Rendimiento promedio (t/ha) | 6.5  | 6.6   |
| Autoconsumo promedio (%)    | 47   | 27    |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación ProAgro, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

---

<sup>1</sup> Licenciada en Redes Agroalimentarias, Centro Regional Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo (CRUO-UACH), correo electrónico: hernandez.cruz.cielo@gmail.com

## **6.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Guanajuato**

### **Dinámica de la innovación**

De las 22 innovaciones que se manejan para el estado, las más adoptadas por los productores son 18 como lo muestra la figura 6-1. Nótese que la innovación que refiere a fertilización es la más adoptada (32 %) y que las fuentes de información son productores, productores referidos y algunos familiares. Sin embargo, la importancia de los fertilizantes químicos radica en su uso como el principal insumo agrícola para aumentar la productividad (García-Salazar et al., 2018) aunque éste debe estar implementado de manera adecuada y acompañado de otras innovaciones, como el uso de micronutrientes y el análisis de suelo.

En 2018 se siguen manteniendo 18 innovaciones que son las más adoptadas por los productores como se aprecia en la figura 6-2 y que la fertilización es la innovación que sigue ocupando el primer lugar. Sin embargo, el subsoleo va cobrando mayor importancia ya que aumentó a más del doble de lo que se encontraba en 2017.

El aumento del nivel de innovación como un indicador de resultado, indica que el desempeño del componente de extensión fue favorable para los productores, como lo mencionan Solleiro Rebolledo, Castañón Ibarra, González Cruz, Aguilar Avila, & Aguilar Gallegos, (2017) el extensionismo se vislumbra como uno de los mecanismos más efectivos para facilitar el acceso de los actores del campo a conocimientos y tecnologías de alto valor, en el caso de Guanajuato este aumento fue de 9 a 12 % de un año a otro de la intervención (Figura 6-3).



Figura 6-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Guanajuato y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.



Figura 6-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Guanajuato, y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

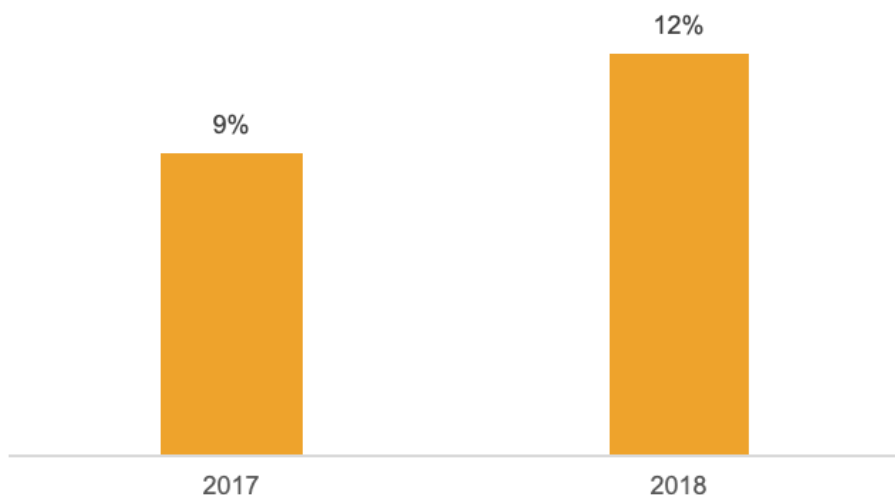


Figura 6-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Guanajuato, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## Red de innovación

La diversidad de relaciones que los productores establecen antes y después del proceso es relevante para la adopción de las innovaciones. Desde el punto de vista de la sociología, la adopción de las innovaciones es contagiable de manera epidémica, ya que al realizar un productor una práctica y estar en contacto con otros, éstos pueden ser contagiados y adoptarla (Monge P. & Hartwich, 2008). La figura 6-4 muestra la diversidad de actores que existen en el estado, se nota que los actores se diversificaron en un número importante de 2017 a 2018, además que las instituciones de enseñanza e investigación (IE) y las instituciones gubernamentales (IG) adquirieron mayor importancia en el 2018 porque están siendo más consultadas por las personas para implementar diversas innovaciones que se aplican en Guanajuato.

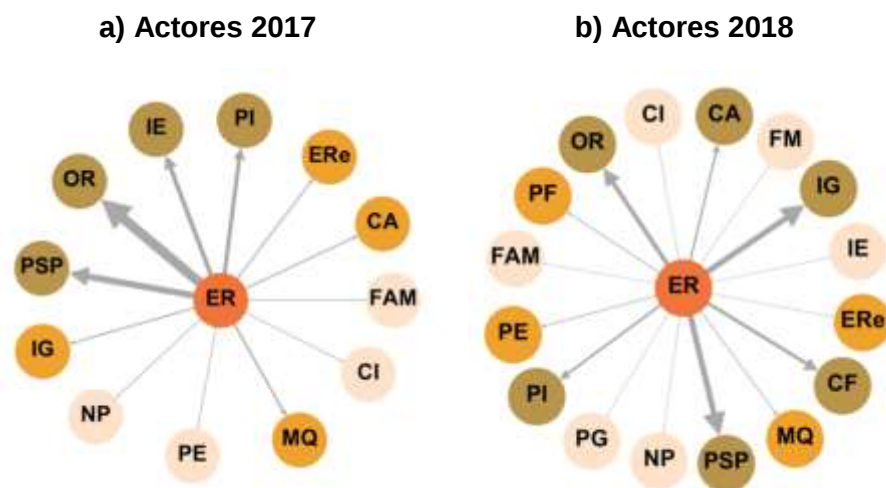


Figura 6-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Guanajuato

Nota: A mayor grosor de la línea indica que el actor es más veces referido como fuente de información.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El número de actores presentes en la red aumentó más del 100 % de un año a otro, lo cual explica la disminución de la densidad de la red como lo muestra el cuadro 6-2; sin embargo, pese al gran número de actores que se incrementaron, este indicador no disminuyó demasiado, además que la desviación estándar de este indicador muestra que los datos no se encuentran tan dispersos en ambos años. Asimismo, los índices de entrada muestran que existe demanda de información de los productores por lo cual se les debe de estar atendiendo constantemente para que puedan incrementar sus rendimientos en el cultivo.

En estrategias de intervención es sabido que se debe enfocar la atención en el grupo de actores que tenga una mayor cobertura de la red, y como se aprecia en el cuadro 6-3, con tres actores se obtiene una cobertura de 16 % sobre el total de ésta, y con 50 actores únicamente

incrementa a 69 %, por tanto, para invertir recursos no es viable que sea en un gran número cuando la cobertura no va ser del 100 %, lo ideal sería invertir en diez actores como se aprecia en la figura 6-5, ya que al incrementar a más actores la cobertura empieza a decrecer.

Cuadro 6-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Guanajuato

| Indicador                               |                     | 2017  | 2018  |
|-----------------------------------------|---------------------|-------|-------|
| Número de actores de la red             |                     | 1,190 | 2,700 |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.08  | 0.07  |
|                                         | Desviación estándar | 0.02  | 0.02  |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 0.08  | 0.07  |
|                                         | Desviación estándar | 0.37  | 0.33  |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 0.08  | 0.07  |
|                                         | Desviación estándar | 0.08  | 0.05  |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 0.3   | 0.3   |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 7     | 5     |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Cuadro 6-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Guanajuato

| Número de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |            | Cobertura 2018 (%) |            |
|---------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|                                 | Fuente             | Colectores | Fuente             | Colectores |
| 3                               | 17                 | 2          | 16                 | 1          |
| 5                               | 23                 | 2          | 23                 | 2          |
| 10                              | 30                 | 4          | 37                 | 4          |
| 15                              | 35                 | 6          | 45                 | 5          |
| 20                              | 39                 | 7          | 51                 | 6          |
| 25                              | 41                 | 8          | 56                 | 7          |
| 30                              | 43                 | 10         | 60                 | 8          |
| 35                              | 45                 | 11         | 63                 | 9          |
| 40                              | 46                 | 12         | 65                 | 9          |
| 45                              | 48                 | 13         | 67                 | 10         |
| 50                              | 49                 | 14         | 69                 | 11         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)



Figura 6-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Con base en la identificación anterior, la figura 6-6 muestra los diez actores fuente y colectores de la red de innovación del estado y que tienen mayor cobertura dentro del territorio, nótese que los actores fuente son diversos y no pertenecen a un sólo tipo de actor. Con respecto a los actores colectores todos son productores que formaron parte de la población objetivo.

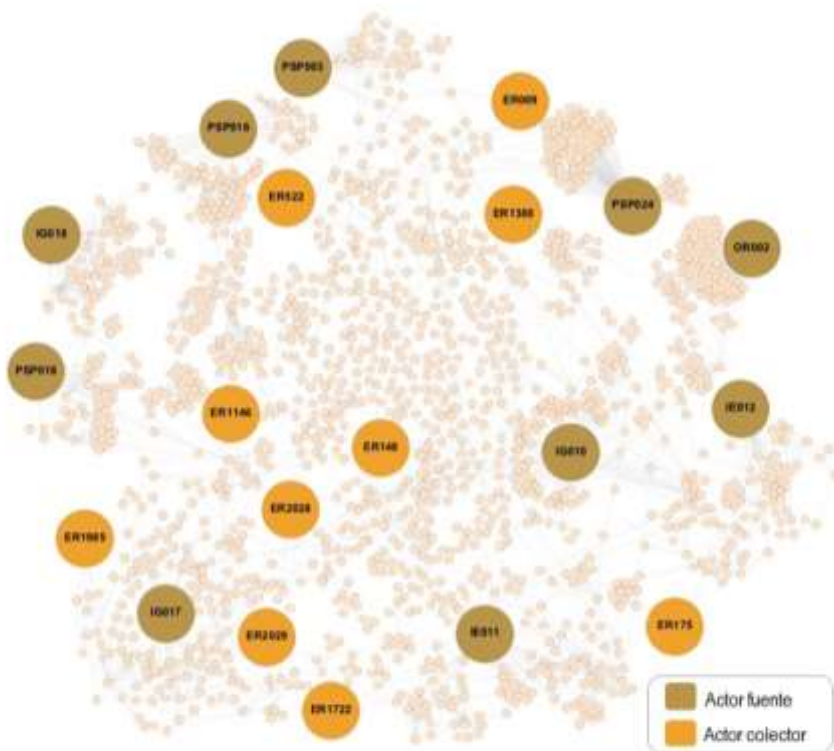


Figura 6-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Guanajuato

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

### 6.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018

Con el análisis de las diferentes variables, ya que se diversificaron más las fuentes de la información y ahora no únicamente se están consultando entre ellos, sino que ya hay mayor diversidad de actores en la red,

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

y los productores también aumentaron su nivel de búsqueda de información; como se observa en el cuadro 6-4, las variables que resultaron estadísticamente significativas fueron el rendimiento y el índice de adopción de innovaciones que aumentaron de un año a otro. La desviación estándar del rendimiento, en 2018, disminuyó respecto al 2017, lo cual indica que los datos se dispersan en 4.25 t/ha, lo mismo que el InAI en donde la desviación aumentó, por lo que se da a entender que la adopción de innovaciones puede variar 7.7 % más por encima de la media o debajo de ésta. La superficie sembrada disminuyó, sin embargo, fue sólo en 0.2 hectáreas, lo cual no es significativo y la integración aumentó en un porcentaje muy bajo, como se registra en la figura 6-4, ya que se diversificaron más las fuentes de la información, y ahora no únicamente se están consultando entre ellos, sino que hay mayor diversidad de actores en la red, y los productores también aumentaron su nivel de búsqueda de información (Cuadro 6-4).

**Cuadro 6-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Guanajuato**

| Variable<br>(n=177) | Media |       | Desviación<br>estándar |      | Coeficiente<br>de variación |        | Signifi-<br>cancia |
|---------------------|-------|-------|------------------------|------|-----------------------------|--------|--------------------|
|                     | 2017  | 2018  | 2017                   | 2018 | 2017                        | 2018   |                    |
| Superficie (ha)     | 2.9   | 2.7   | 1.70                   | 1.40 | 58.62                       | 51.85  | 0.070              |
| Rendimiento (t/ha)  | 6.9   | 8     | 5.04                   | 4.25 | 73.04                       | 53.12  | 0.000              |
| InAI (%)            | 8     | 14    | 6.40                   | 7.70 | 80                          | 55     | 0.000              |
| Integración (%)     | 0.012 | 0.013 | 0.05                   | 0.07 | 416.66                      | 538.46 | 0.810              |
| Radialidad (%)      | 0.128 | 0.125 | 0.09                   | 0.06 | 70.31                       | 48     | 0.540              |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Dado que el rendimiento es una variable que se ve como resultado del proceso de intervención del programa, se realizó una clasificación de los productores con base en la variable obtenida del año 2018, por lo cual se consideraron únicamente a los productores con rendimientos arriba de 1 t/ha, registrando una muestra de 168 (Figura 6-7).

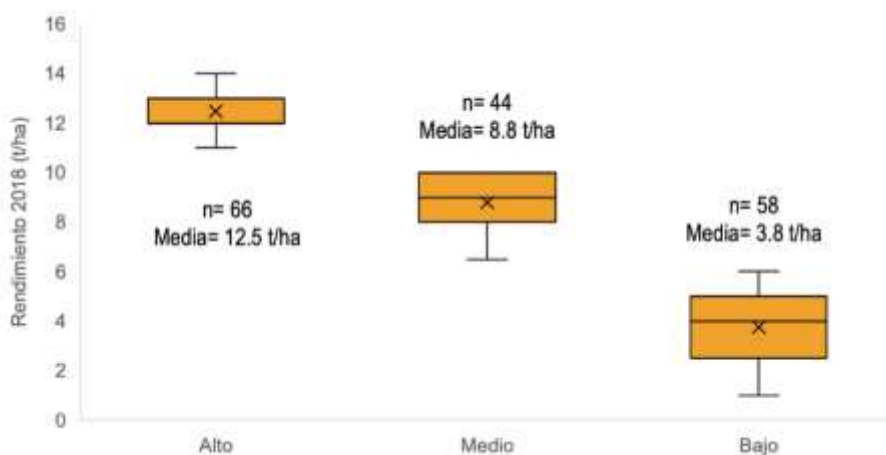


Figura 6-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Guanajuato de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Con base en la agrupación anterior, el cuadro 6-5 muestra las diferencias existentes entre los grupos de rendimiento de diversas variables. Es importante notar que en el grupo de productores con rendimientos bajos éste disminuyó casi dos toneladas, sin embargo, en los otros grupos aumentó casi tres toneladas de un año a otro; la adopción de innovaciones aumentó significativamente en cada uno de los grupos. En lo que se refiere a integración y radialidad se mantuvieron o aumentaron, pero no fueron significativos.

De las características del perfil de los productores ninguna es significativa, lo que quiere decir que no influyen en los rendimientos de los productores a nivel general (Cuadro 6-6). Posiblemente si se realizara la prueba por cada uno de los grupos de rendimientos, entonces sí habría características que influirían en los rendimientos que se obtienen.

Cuadro 6-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Guanajuato

| Variables          | Bajo               |                    | Medio              |                    | Alto               |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                    | 2017               | 2018               | 2017               | 2018               | 2017               | 2018               |
| Rendimiento (t/ha) | 5.8 <sup>a</sup>   | 3.8 <sup>b</sup>   | 5.6 <sup>b</sup>   | 8.8 <sup>a</sup>   | 9.5 <sup>b</sup>   | 12.5 <sup>a</sup>  |
| InAI (%)           | 9 <sup>b</sup>     | 16 <sup>a</sup>    | 8 <sup>b</sup>     | 13 <sup>a</sup>    | 8 <sup>b</sup>     | 14 <sup>a</sup>    |
| Integración (%)    | 0.024 <sup>a</sup> | 0.017 <sup>a</sup> | 0.007 <sup>a</sup> | 0.005 <sup>a</sup> | 0.003 <sup>a</sup> | 0.017 <sup>a</sup> |
| Radialidad (%)     | 0.14 <sup>a</sup>  | 0.12 <sup>a</sup>  | 0.11 <sup>a</sup>  | 0.11 <sup>a</sup>  | 0.12 <sup>a</sup>  | 0.13 <sup>a</sup>  |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Cuadro 6-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Guanajuato en los rendimientos obtenidos en 2018

| n=168                   | b     | Error estándar | Significancia |
|-------------------------|-------|----------------|---------------|
| Intercepto              | 10.39 | 1.558          | 0.000         |
| Edad                    | -0.02 | 0.021          | 0.199         |
| InAI                    | -0.08 | 0.046          | 0.062         |
| Integralidad            | 3.11  | 3.859          | 0.421         |
| Radialidad              | 8.17  | 6.013          | 0.176         |
| p de F                  | 1.410 |                | 0.232         |
| R <sup>2</sup>          | 0.034 |                |               |
| R <sup>2</sup> ajustado | 0.010 |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Con la regresión lineal de innovaciones, las que impactan positivamente en los rendimientos de los productores son la nivelación de suelos y la agricultura por contrato, por lo tanto, los técnicos del programa tienen que trabajar más sobre el resto de las innovaciones para identificar las razones por las cuales éstas no causan un impacto positivo en los rendimientos de maíz. El cuadro 6-7 muestra las innovaciones que impactan positivamente en los rendimientos de los productores.

Cuadro 6-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Guanajuato en los rendimientos obtenidos en 2018

| <b>n=168</b>                  | <b>b</b> | <b>Error estándar</b> | <b>Significancia</b> |
|-------------------------------|----------|-----------------------|----------------------|
| Intercepto                    | 7.54     | 0.841                 | 0                    |
| Desvare                       | 1.68     | 0.971                 | 0.085                |
| Subsoleo                      | -2.76    | 1.310                 | 0.037                |
| Nivelación de suelos          | 1.71     | 0.785                 | 0.031                |
| Rastrojo                      | -0.52    | 1.048                 | 0.619                |
| Camas permanentes             | -0.26    | 1.595                 | 0.868                |
| Siembra directa               | 0.17     | 1.332                 | 0.895                |
| Poscosecha                    | -2.67    | 1.329                 | 0.046                |
| Análisis de suelo             | 0.78     | 0.884                 | 0.374                |
| Análisis foliar               | 2.98     | 2.226                 | 0.373                |
| Fertilización                 | 0.60     | 0.701                 | 0.391                |
| Micronutrientes               | 0.76     | 0.891                 | 0.394                |
| Composta                      | -0.17    | 0.813                 | 0.827                |
| Mejoradores de suelo          | -1.56    | 1.203                 | 0.197                |
| Micorrizas                    | -0.62    | 1.080                 | 0.561                |
| Semillas mejoradas maíz       | 1.74     | 1.278                 | 0.175                |
| Semillas de frijol mejoradas  | 0.97     | 2.118                 | 0.646                |
| Agricultura por contrato      | 2.68     | 1.025                 | 0.010                |
| Feromonas                     | -0.27    | 0.979                 | 0.777                |
| Azufre                        | 1.31     | 1.547                 | 0.396                |
| Tecnificación de riego        | 2.69     | 3.721                 | 0.470                |
| <b>p de F</b>                 | 2.64     |                       | 0.000                |
| <b>R<sup>2</sup></b>          | 0.265    |                       |                      |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b> | 0.165    |                       |                      |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 6.4 Conclusiones y recomendaciones

El estado de Guanajuato resalta por los altos rendimientos que obtiene en la producción de maíz de todos los estados en los que PROAGRO Productivo tiene cobertura, y cada año incrementan ésta para dar atención a un mayor número de pequeños productores.

De acuerdo con los datos mostrados, se debe trabajar con los actores clave que fueron referidos en cada una de las innovaciones para no invertir en todos y lograr el impacto esperado; además, se debe considerar trabajar sobre las innovaciones que impactan positivamente en los rendimientos de los productores, ya que, de acuerdo con la tasa de adopción de innovaciones, las que impactan de manera positiva están siendo practicadas por un pequeño porcentaje de los productores mapeados. Se debe, entonces, identificar qué es lo que no se está implementando bien en el resto de las innovaciones por lo cual no son significativas, y mejorarlas o identificar si estas no son las adecuadas para el estado.

Se demostró que la diversificación de actores favorece el incremento de los rendimientos, por tanto, se debe de trabajar con más actores diversos que aporten información de calidad a la red y que ésta se pueda seguir mejorando.

## Capítulo 7. Guerrero. Síntesis de resultados

ANA KAREN MIRANDA MERAZ<sup>1</sup>  
JUAN SALVADOR JIMÉNEZ CARRASCO<sup>2</sup>

### 7.1 Información general

De acuerdo con el SIAP (2019), el estado de Guerrero, en 2017, contribuyó con el 6.4 % del total nacional de maíz para grano sembrado en México, cubriendo una superficie de 483,178.37 ha. El rendimiento promedio obtenido por productor fue de 2.88 t/ha que en comparación con el promedio nacional de 3.8 t/ha, se ubicó 0.91 t/ha por debajo, posicionando a Guerrero en el 16<sup>to</sup> lugar del *ranking* nacional de los estados con mejores rendimientos de maíz grano.

El programa PROAGRO Productivo en 2017 y 2018 operó en 22 diferentes municipios del estado, en 2017 intervino en 17 municipios y en 2018 en 18 de ellos. A pesar de que el número de municipios incrementó, cabe resaltar que sólo en 13 municipios el programa operó en ambos años. El cuadro 7-1 presenta una caracterización general de los productores y sus unidades de producción en los años de operación.

Cuadro 7-1. Información general del estado de Guerrero

| Variable                    | 2017  | 2018  |
|-----------------------------|-------|-------|
| Número de productores       | 5,714 | 6,038 |
| Edad (años)                 | 63    | 65    |
| Superficie promedio (ha)    | 2.1   | 2.0   |
| Rendimiento promedio (t/ha) | 3.3   | 2.9   |
| Autoconsumo promedio (%)    | 64    | 76    |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

---

<sup>1</sup> Maestrante en Ciencias en Estrategia Agroempresarial. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH), correo electrónico: miranda13694@gmail.com

<sup>2</sup> Doctorante en Ciencias en Problemas Económico-Agroindustriales. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH); correo electrónico: jjimenezc@ciestaam.edu.mx

La caracterización de los productores mostró que la edad y la superficie promedio de los productores en 2018 prácticamente se mantuvo, mientras que los rendimientos promedio disminuyeron en 460 kg/ha y el autoconsumo aumentó 12 %, estos cambios pueden deberse al incremento en la muestra de productores con rendimientos por debajo de la muestra en 2017 y al proceso de adaptación de las innovaciones implementadas que generan beneficios a mediano plazo.

## **7.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Guerrero**

### **Dinámica de innovación**

En la formulación de estrategias de gestión de la innovación es útil conocer a los actores con que se puede mejorar la difusión de innovaciones. Los productores afirmaron practicar las 22 innovaciones promovidas por el programa en 2017. Las innovaciones más practicadas en el cultivo de maíz por los productores, en orden de importancia, fueron: fertilización, uso de micronutriente, aplicación de biofertilizantes, uso de semilla de maíz mejorada, entre otras. También se observó que, dentro de los actores relevantes en la promoción de innovaciones, destacan instituciones de gobierno, proveedores de insumos y asesores técnicos y, en menor intensidad, familiares y otros productores encuestados (Figura 7-1). En 2018, los productores afirmaron practicar en diferentes proporciones el total de innovaciones promovidas por el programa (Figura 7-2).

Las innovaciones practicadas no mantuvieron las mismas proporciones que el año anterior, esto denota que los productores aplicaron innovaciones diferentes en sus parcelas. Las innovaciones más practicadas en orden de importancia fueron: fertilización, incorporación de rastrojo, aplicación de composta, uso de biofertilizantes, entre otras.

## Redes de innovación en la producción de maíz en México



Figura 7-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Guerrero y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.



Figura 7-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Guerrero y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Los nutrientes que absorbe la planta de maíz de manera natural son proporcionados por el suelo, de ahí la importancia de realizar análisis de suelos. Los resultados mostraron que la aplicación de fertilización no es acompañada de un diagnóstico como el análisis de suelo, por lo que es posible que los nutrientes no sean absorbidos por las plantas en su totalidad. De acuerdo con González-Mateos, Noriega-Cantú, Hernández, & González-Zavaleta (2015), más del 50 % de los suelos del estado de Guerrero son ácidos, condición desfavorable en la producción de maíz, ya que provocan menor tasa de descomposición, mineralización, humificación de la materia orgánica y actividad microbiana, además reducen la capacidad de intercambio catiónico.

Los suelos del estado de Guerrero son pobres en materia orgánica debido al manejo deficiente de rastrojos y abonos verdes. Ante esta situación destaca el incremento en la adopción de las innovaciones de incorporación de rastrojo al suelo, aplicación de compostas y biofertilizantes que buscan mitigar dicha pobreza de los suelos. Es crucial considerar los índices de acidez que han degradado extensas áreas agrícolas. En Guerrero, de acuerdo con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el pH de los suelos oscila entre 4.9 y 8.3, predominando los pH de 5.6 a 6.5.

Respecto a los actores promotores de las innovaciones, se observó que no todos los actores promueven las mismas innovaciones, también se apreció mayor participación de productores y familiares, símbolo de apropiación de las innovaciones por la red mapeada y reflejo de la participación de los asesores técnicos en la difusión de las innovaciones. Esta afirmación concuerda con Monge P. y Hartwich (2008) quienes afirmaron que al estar en contacto con otros actores, los productores pueden ser contagiados con el conocimiento y experiencias.

El nivel de innovación entre 2017 y 2018 aumentó 85 %, lo que significa que ocho de cada diez productores, en 2018, realizaron una innovación más (Figura 7-3).

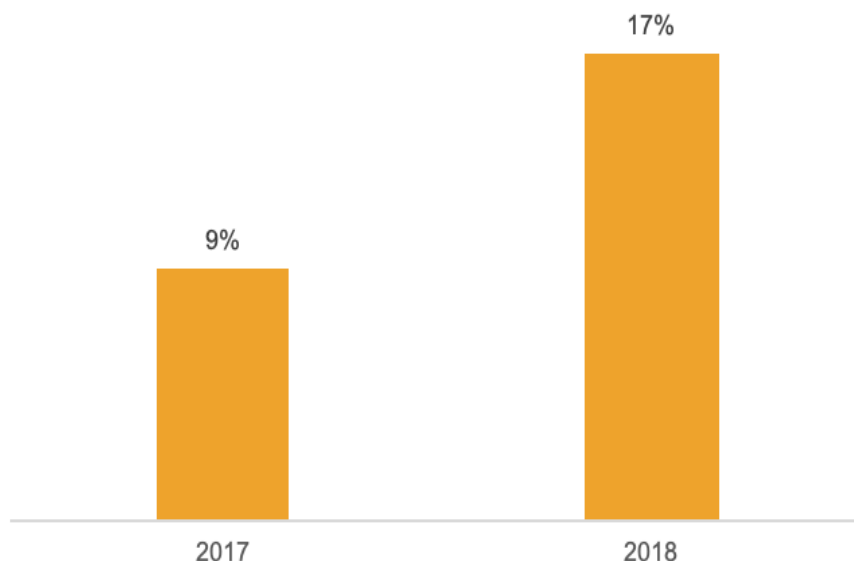


Figura 7-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Guerrero, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## Red de innovación

El mapeo de redes permitió visualizar flujos de conocimiento existentes en las redes de innovación. En los municipios de acción se identificó una diversidad de actores con distintos niveles de influencia para los productores. Los actores con más influencia dentro de la red, dado su alto grado de consulta por los productores en 2017, en orden de importancia fueron: instituciones de gobierno, proveedores financieros y asesores técnicos (Figura 7-4a), mientras que, en 2018, algunos de los actores con más influencia dentro de la red se mantuvieron y se sumaron otros como: productores referidos (Figura 7-4b).

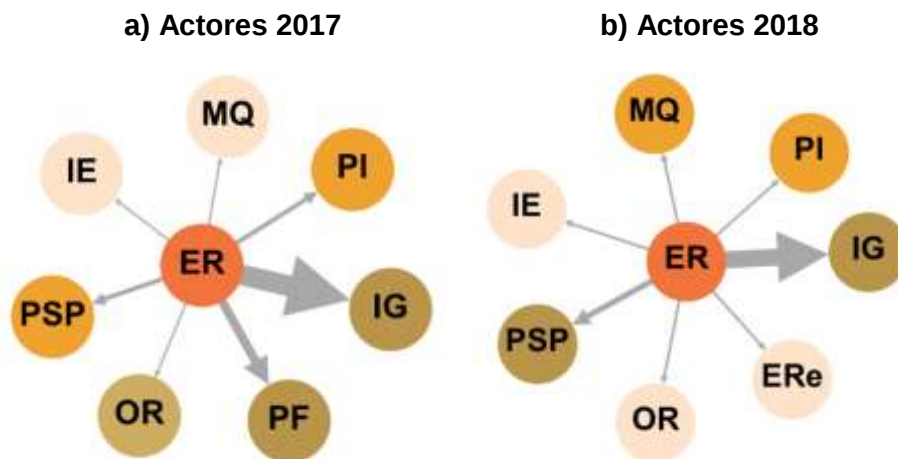


Figura 7-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Guerrero

Nota: A mayor grosor de la línea indica que el actor es más veces referido como fuente de información.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Al adentrarse a la red de innovación se encontró que en 2018 la densidad de la red se mantuvo igual respecto a 2017, sin embargo, la desviación estándar aumentó, dado que también aumentó el número de productores atendidos, esto significa que existen actores bien conectados y otros prácticamente desconectados en la red.

Los índices de centralización mostraron que, tanto en 2017 como en 2018, existió una demanda de información insatisfecha, esto es, que existió un alto número de productores preguntando y pocos actores respondiendo (Cuadro 7-2).

Cuadro 7-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Guerrero

| Indicador                               |                     | 2017  | 2018  |
|-----------------------------------------|---------------------|-------|-------|
| Número de actores de la red             |                     | 7,254 | 8,085 |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.02  | 0.02  |
|                                         | Desviación estándar | 0.01  | 0.01  |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 0.01  | 0.01  |
|                                         | Desviación estándar | 0.11  | 0.12  |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 0.01  | 0.01  |
|                                         | Desviación estándar | 0.01  | 0.01  |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 5     | 4     |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 0.06  | 0.09  |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El porcentaje promedio de relaciones que otros actores de la red mencionaron tener sobre los proveedores de información fue 0.01 % de los actores en 2017, y en 2018 el valor cambió a 0.012 %; así, la desviación estándar menor que el porcentaje promedio mostró que no hay gran variación entre los productores, es decir, que prácticamente todos preguntan, generalmente, con la misma intensidad.

En la formulación de estrategias de difusión de innovaciones es importante conocer a los actores fuente y colectores para trabajar en conjunto y lograr mejores resultados. La figura 7-5 muestra 10 actores fuente y 10 actores colectores de la red de innovación, en ella destaca la participación de asesores técnicos, instituciones de gobierno, proveedores de insumos, entre otros como actores fuente de información, mientras que los actores colectores, todos son productores encuestados que formaron parte de la población objetivo del programa.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

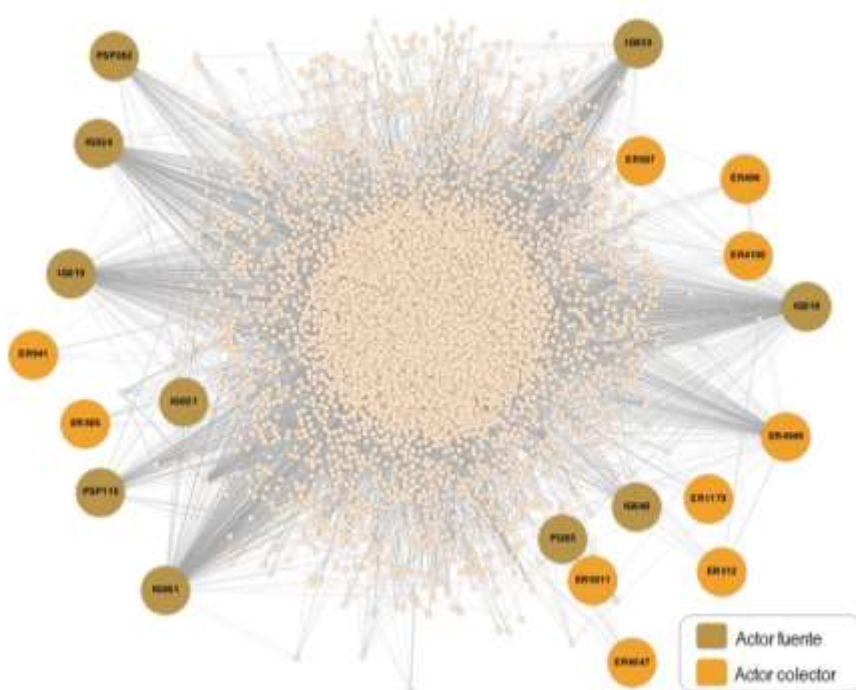


Figura 7-5. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Guerrero

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

### 7.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018

Los resultados de la prueba de medias mostraron que las diferencias en superficie, rendimientos, innovaciones practicadas (InAI) y radialidad fueron significativos de un año a otro. El aumento en innovaciones practicadas y radialidad significó que entre más preguntó un productor a otros

actores, aumentaron también sus innovaciones practicadas en la red del estado (Cuadro 7-3).

**Cuadro 7-3. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Guerrero**

| Variable<br>n=2,185 | Media |      | Desviación<br>estándar |       | Coeficiente<br>de variación |         | Signifi-<br>cancia |
|---------------------|-------|------|------------------------|-------|-----------------------------|---------|--------------------|
|                     | 2017  | 2018 | 2017                   | 2018  | 2017                        | 2018    |                    |
| Superficie (ha)     | 2.3   | 2.2  | 1.4                    | 1.7   | 60.87                       | 77.27   | 0.00               |
| Rendimiento (t/ha)  | 3.3   | 2.9  | 1.90                   | 2.2   | 57.58                       | 75.86   | 0.00               |
| lnAI (%)            | 9     | 17   | 6.40                   | 8.90  | 71.11                       | 52.35   | 0.00               |
| Integración (%)     | 0.00  | 0.70 | 0.00                   | 34.70 | 0.00                        | 4957.14 | 0.32               |
| Radialidad (%)      | 0.02  | 0.07 | 0.02                   | 0.04  | 100.00                      | 57.14   | 0.00               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Los resultados del análisis de clúster no jerárquico, donde sólo se consideraron 1,913 de 2,185 productores por tener continuidad en el programa en 2017 y 2018, mostraron una brecha en rendimientos entre cada grupo de 2.07 y 2.24 t/ha, respectivamente; también se observó que más del 50 % de productores registraron rendimientos bajos (Figura 7-6).

Los resultados a la prueba de “t” para muestras emparejadas entre grupos mostraron diferencias significativas entre grupos en algunas variables analizadas. Los rendimientos disminuyeron para el grupo bajo, se mantuvieron para el grupo medio y aumentaron para el grupo con rendimientos altos. A diferencia del comportamiento en las innovaciones practicadas y radialidad, que para todos los grupos aumentó, en el caso de la integración los valores disminuyeron para los grupos bajo y alto lo que significa que existieron menos actores referidos por los demás como proveedores de información en la red para el 2018 (Cuadro 7-4).

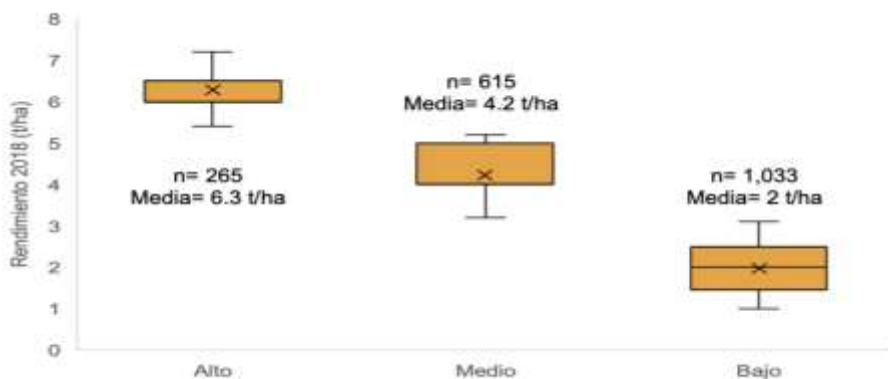


Figura 7-6. Clasificación de productores de maíz del estado de Guerrero de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Cuadro 7-4. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los grupos formados en el estado de Guerrero

| Variables          | Bajo              |                   | Medio             |                   | Alto              |                   |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | 2017              | 2018              | 2017              | 2018              | 2017              | 2018              |
| Rendimiento (t/ha) | 2.3 <sup>a</sup>  | 1.9 <sup>b</sup>  | 4.3 <sup>a</sup>  | 4.2 <sup>a</sup>  | 5.6 <sup>b</sup>  | 6.3 <sup>a</sup>  |
| InAI (%)           | 9 <sup>b</sup>    | 17 <sup>a</sup>   | 8 <sup>b</sup>    | 19 <sup>a</sup>   | 10 <sup>b</sup>   | 20 <sup>a</sup>   |
| Integración (%)    | 1.04 <sup>a</sup> | 0.00 <sup>b</sup> | 1.06 <sup>a</sup> | 2.63 <sup>a</sup> | 1.12 <sup>a</sup> | 0.00 <sup>b</sup> |
| Radialidad (%)     | 0.00 <sup>b</sup> | 0.07 <sup>a</sup> | 0.00 <sup>b</sup> | 0.06 <sup>a</sup> | 0.00 <sup>a</sup> | 0.06 <sup>a</sup> |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo 2017 y 2018, CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Del modelo de regresión lineal múltiple resultó que sólo el 3 % de los rendimientos se explica por las variables independientes ( $R^2 = 0.038$ ), dentro de estas variables se encontró que ser productor joven o adulto no influye sobre los rendimientos, pero que entre más innovaciones adopte y más consultas realice a actores más conectados a la red de innovación los rendimientos se verán beneficiados (Cuadro 7-5).

Cuadro 7-5. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Guerrero en los rendimientos obtenidos en 2018

| n=1,913                 | b      | Error estándar | Significancia |
|-------------------------|--------|----------------|---------------|
| Intercepto              | 2.729  | 0.210          | 0.000         |
| Edad                    | 0.005  | 0.003          | 0.094         |
| InAl                    | 0.033  | 0.004          | 0.000         |
| Integración             | 0.001  | 0.001          | 0.538         |
| Radialidad              | 4.652  | 0.935          | 0.000         |
| p de F                  | 18.611 |                | 0.000         |
| R <sup>2</sup>          | 0.038  |                |               |
| R <sup>2</sup> ajustado | 0.036  |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Finalmente se analizó la influencia de las innovaciones practicadas por los productores sobre los rendimientos reportados en el 2018 mediante una regresión con variables duma.

Los resultados mostraron que el 24 % de los rendimientos se explica por las innovaciones implementadas ( $R^2 = 0.24$ ). Las innovaciones significativas que afectaron los rendimientos de manera positiva o negativa se destacan de color verde, el modelo mostró que la cal micronizada puede tener aumentos en los rendimientos de hasta 1.2 t/ha y el uso de micronutrientes hasta por 620 kg/ha al igual que el subsleo (Cuadro 7-6).

**Cuadro 7-6. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Guerrero en los rendimientos obtenidos en 2018**

| <b>n=1,913</b>                | <b>b</b> | <b>Error estándar</b> | <b>Significancia</b> |
|-------------------------------|----------|-----------------------|----------------------|
| Intercepto                    | 3.142    | 0.090                 | 0.000                |
| Desvare                       | -0.812   | 0.111                 | 0.000                |
| Subsoleo                      | 0.624    | 0.165                 | 0.000                |
| Cal micronizada               | 1.231    | 0.102                 | 0.000                |
| Control biológico             | -0.360   | 0.083                 | 0.000                |
| Fertilización                 | 0.661    | 0.127                 | 0.000                |
| Composta                      | -0.416   | 0.082                 | 0.000                |
| Mejoradores de suelo          | 0.776    | 0.082                 | 0.000                |
| Feromonas                     | 0.371    | 0.094                 | 0.000                |
| Monitoreo de plagas           | 0.421    | 0.081                 | 0.000                |
| Micronutrientes               | 0.629    | 0.198                 | 0.001                |
| Insectos benéficos            | -0.525   | 0.153                 | 0.001                |
| Análisis de suelo             | 0.260    | 0.095                 | 0.007                |
| Análisis foliar               | -1.343   | 0.613                 | 0.029                |
| Micorrizas                    | -0.130   | 0.079                 | 0.103                |
| Biofertilizantes              | -0.357   | 0.236                 | 0.131                |
| Poscosecha                    | 0.350    | 0.256                 | 0.171                |
| Siembra directa               | -0.074   | 0.082                 | 0.370                |
| Semillas mejoradas diversas   | 0.016    | 0.079                 | 0.838                |
| Maíz mejorado MasAgro         | -0.010   | 0.160                 | 0.948                |
| Cultivos de cobertura         | 0.000    | 0.313                 | 0.999                |
| <b>p de F</b>                 |          | 29.984                | 0.000                |
| <b>R<sup>2</sup></b>          |          | 0.241                 |                      |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b> |          | 0.233                 |                      |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 7.4 Conclusiones y recomendaciones

No es suficiente sólo fertilizar; esta innovación debe ir acompañada de otras, como el análisis de suelo, reguladores de pH y asistencia técnica, por mencionar algunas. Aquí destaca la participación del asesor técnico para lograr armonizar la aplicación de fertilizantes de acuerdo con las condiciones de pH, materia orgánica y otras condiciones de los suelos.

Existen innovaciones que deben monitorearse en términos de su correcta ejecución y pertinencia de promoverlas en el estado, puesto que algunas deben aplicarse solas y otras en conjunto para evitar efectos negativos sobre los rendimientos.

El uso de las estructuras de redes de innovación y los actores clave identificados en este análisis, son una herramienta que debe considerarse en la difusión de innovaciones, así también el incentivar a los productores a vincularse con otros productores y actores bien articulados en la red debe ser una actividad presente en los planes de trabajo de los asesores técnicos.

Dado que los productores articulados con actores mejor posicionados en la red obtienen mejores rendimientos, los programas de extensionismo deben considerar acciones para lograr una mayor participación de instituciones y de actores ausentes en la red, como proveedores financieros, proveedores de centros de acopio, entre otros, que sean fuentes de información de calidad.

## Capítulo 8. Hidalgo. Síntesis de resultados

CRISTIAN SANTOS VÁZQUEZ<sup>1</sup>  
ELIZABETH ROLDÁN SUÁREZ<sup>2</sup>

### 8.1 Información general

De acuerdo con información de SIAP (2019), el estado de Hidalgo, en 2017, se destacó con la producción de 731,734.06 t de maíz, la cual representó el 3 % de la producción total, ubicándolo en el doceavo lugar del ranking nacional. Además, la producción en el estado presenta un rendimiento promedio de 3.1 t/ha, lo cual lo posiciona por arriba de la media nacional). Ante este escenario, Hidalgo se visualiza como uno de los estados en los que el cultivo de maíz, en términos de producción, no es tan importante.

En 2017, el programa PROAGRO Productivo operó en ocho municipios del estado, y en 2018, en nueve. En este sentido, es de destacar que en este último año se trabajó en los mismos municipios en los que se intervino en 2017. El cuadro 8-1 muestra una caracterización general de los productores y sus unidades de producción en los años de operación.

Cuadro 8-1. Información general del estado de Hidalgo

| Variable                    | 2017 | 2018  |
|-----------------------------|------|-------|
| Número de productores       | 678  | 1,350 |
| Edad (años)                 | 63   | 64    |
| Superficie promedio (ha)    | 2.5  | 1.9   |
| Rendimiento promedio (t/ha) | 1.7  | 1.6   |
| Autoconsumo promedio (%)    | 92   | 82    |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

---

<sup>1</sup> Maestrante en Ciencias en Estrategia Agroempresarial. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH), cristodiaz68@hotmail.com

<sup>2</sup> Doctora en Problemas Económico-Agroindustriales. Universidad Politécnica de Texcoco (UPTex), correo electrónico: elizabeth.rolدان@uptex.edu.mx

## 8.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Hidalgo

### Dinámica de innovación

El mapeo de redes de innovación que se realizó en el estado identificó las tasas de adopción de las 21 innovaciones que promovió PROAGRO Productivo en 2017 y 2018. Al respecto, la figura 8-1 muestra las innovaciones que en 2017 se realizaban. En ella se observa que la fertilización fue la innovación más adoptada que, comparada con las cuatro innovaciones más adoptadas que siguen, ésta presenta una diferencia de adopción de entre 68 y 54 %. Por otro lado, la figura 8-2 muestra las innovaciones que fueron adoptadas al menos por el 1 % de los productores en 2018. Con lo anterior se evidencia que en este año los productores practicaron ocho innovaciones más de las que estaban realizando en 2017 y, de las ocho que ya se practicaban en 2017, en 2018 la tasa de adopción de éstas aumentó.



Figura 8-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Hidalgo y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio "Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH".



Figura 8-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Hidalgo y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Con respecto al nivel de innovación de los productores, la figura 8-3 muestra un aumento de un 49 %, lo que significa que en 2017 los productores no estaban haciendo prácticamente ninguna innovación; en contraste, en 2018 ya estaban implementando por lo menos una innovación.

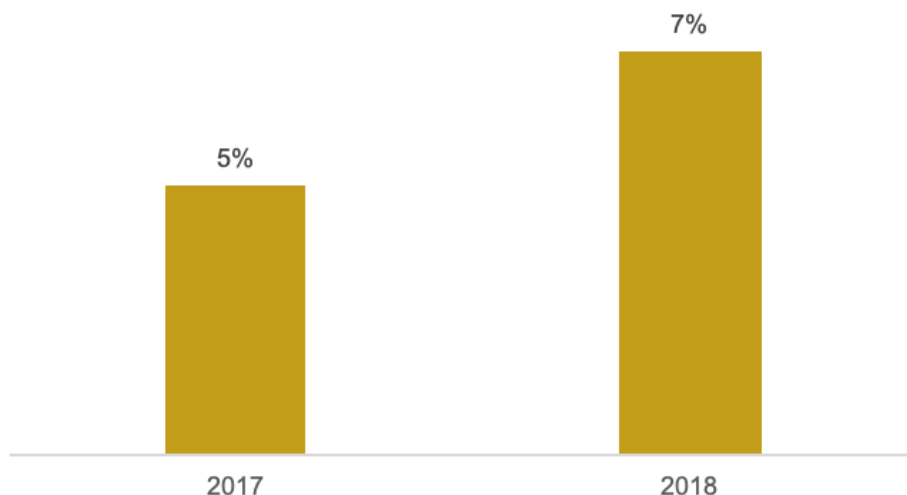


Figura 8-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Hidalgo, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## Red de innovación

En los territorios existe una diversidad de actores con los cuales los productores interactúan para obtener información y recursos para innovar. Sin embargo, no todos los actores presentes tienen la misma importancia para el productor. En este sentido, la figura 8-4 muestra los actores presentes en las redes de los productores en 2017 y 2018; en ella se aprecia que en 2018 (Figura 8-4b) aparecen cinco actores más como fuentes de información y, además, la importancia de los asesores técnicos representados como PSP es mayor en comparación con 2017 (Figura 8-4a). De acuerdo a Sánchez-Gómez et al. (2016), la existencia de esta diversidad de actores facilita el apoyo social e impulso a la innovación así como los incentivos, financiamiento y recursos necesarios para la producción.

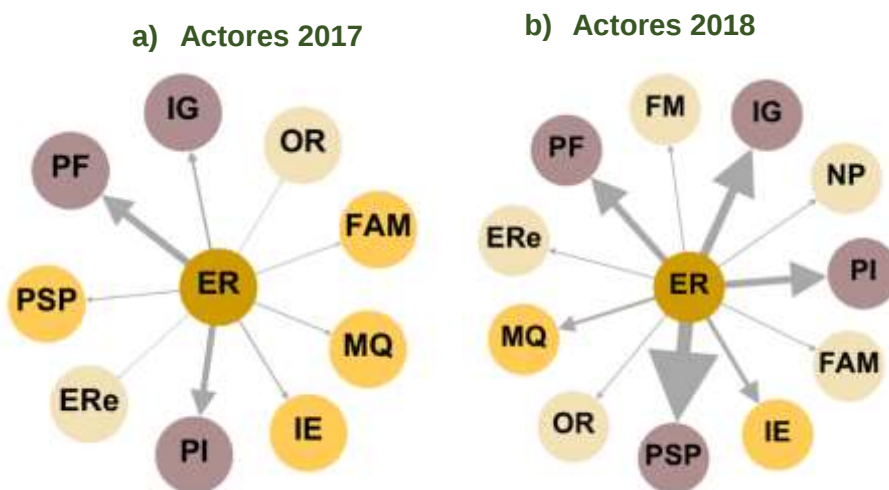


Figura 8-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Hidalgo

Nota: A mayor grosor de la línea indica que el actor es más veces referido como fuente de información.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El cuadro 8-2 presenta los indicadores de las redes de 2017 y 2018. En él se aprecia que hubo un decremento del 14 % en la densidad de las redes. Sin embargo, aun con este decremento, no se debe de interpretar como si éste fuera totalmente negativo, pues se debe considerar que el tamaño de la red, en 2018, aumentó (1,571 actores), por lo que el valor de la densidad es aceptable. Con respecto a los índices de centralización de entrada y de salida para ambos años, éstos son bajos, lo cual indica que no hay actores centralizando la información a través de sus relaciones de entrada o salida. En términos de oferta y demanda de la información significa que hay muchos actores ofreciendo información y también existen varios actores demandándola, por lo que los actores que la demandan tienen muchas posibilidades de tener acceso a dicha información.

Cuadro 8-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Hidalgo

| Indicador                               |                     | 2017   | 2018   |
|-----------------------------------------|---------------------|--------|--------|
| Número de actores de la red             |                     | 826    | 1,571  |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.7    | 0.6    |
|                                         | Desviación estándar | 0.0264 | 0.0247 |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 0.07   | 0.06   |
|                                         | Desviación estándar | 0.345  | 0.382  |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 0.07   | 0.06   |
|                                         | Desviación estándar | 0.081  | 0.056  |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 5      | 6      |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 0.4    | 0.2    |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En procesos de transferencia de tecnología es útil conocer cómo se encuentra el mercado de información para la innovación, y más allá de conocerlo, resulta conveniente identificar a los actores clave que pueden efficientizar el proceso de difusión de innovaciones. El cuadro 8-3 muestra las coberturas de la red calculados para diferente número de actores, ya sea fuentes o colectores, considerando un rango de 3 a 50. En dicho cuadro se observa que para ambos años y tipos de actores, el número ideal a seleccionar es de 10 actores, debido a que con este número se tiene acceso a una cobertura eficiente, ya que, si bien no es el valor más alto, si se seleccionaran más actores, el incremento marginal no sería significativo y éste comienza a decrecer (Figura 8-5).

Con base en la identificación del número eficiente en la selección de actores clave, la figura 8-6 muestra a los 10 actores fuente y colectores de la red de innovación en 2018. En ella se observa que el 80 % de los actores fuente son PSP. Además, es de destacar la presencia de un maquilador. Con respecto a los actores colectores, todos son productores que formaron parte de la población objetivo del programa.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

Cuadro 8-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Hidalgo

| Número de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |            | Cobertura 2018 (%) |            |
|---------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|                                 | Fuente             | Colectores | Fuente             | Colectores |
| 3                               | 14                 | 1          | 17                 | 1          |
| 5                               | 19                 | 2          | 26                 | 2          |
| 10                              | 26                 | 4          | 42                 | 3          |
| 15                              | 31                 | 6          | 50                 | 4          |
| 20                              | 35                 | 7          | 55                 | 4          |
| 25                              | 37                 | 8          | 58                 | 5          |
| 30                              | 39                 | 9          | 61                 | 6          |
| 35                              | 40                 | 9          | 63                 | 6          |
| 40                              | 42                 | 10         | 63                 | 7          |
| 45                              | 43                 | 11         | 64                 | 8          |
| 50                              | 44                 | 11         | 65                 | 8          |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

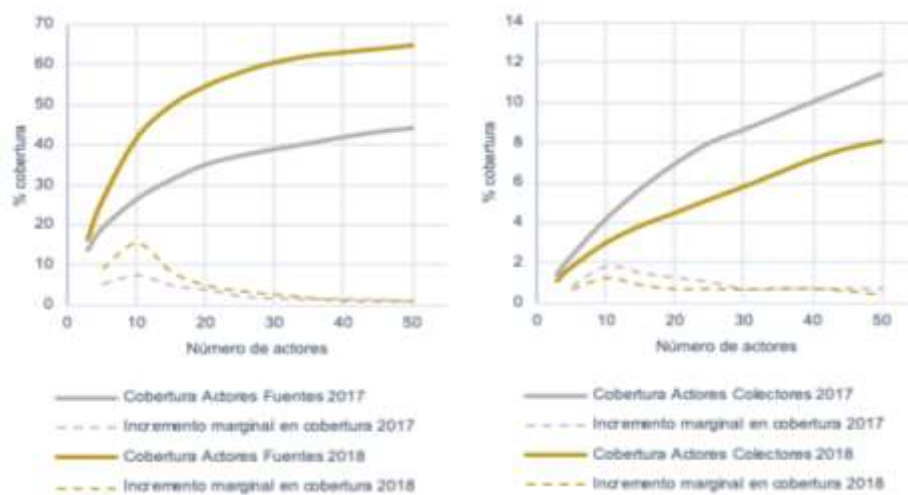


Figura 8-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

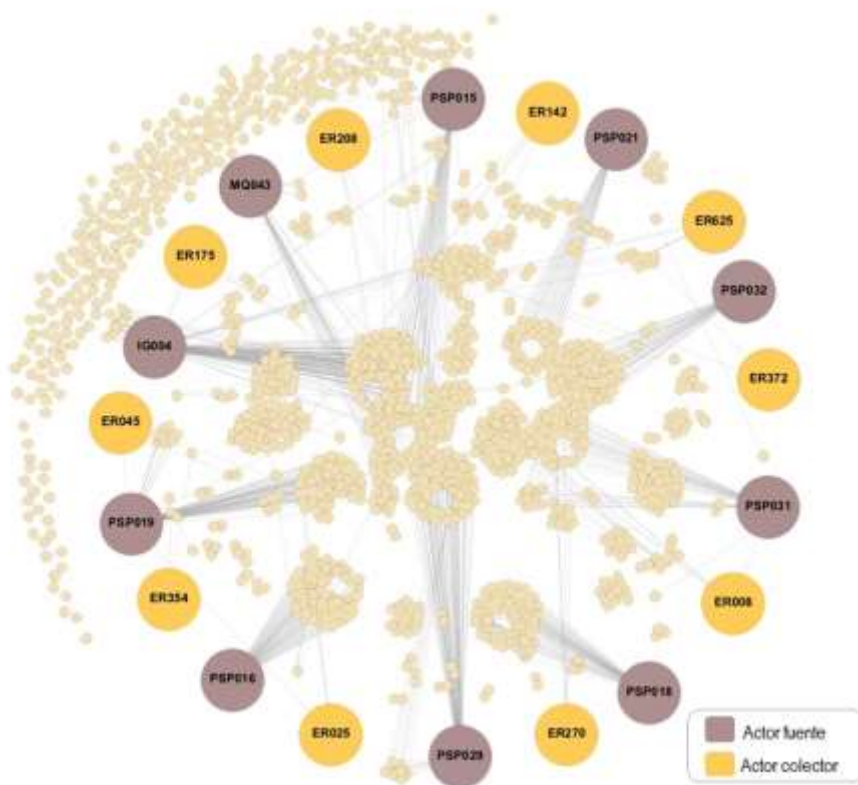


Figura 8-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Hidalgo

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

### 8.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018

Para estimar las diferencias significativas entre un año y otro se analizaron a los productores que participaron en ambos años, lo que generó

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

una muestra de 519 productores. El cuadro 8-4 muestra las estadísticas descriptivas de las variables analizadas.

**Cuadro 8-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Hidalgo**

| Variable<br>n=519  | Media |       | Desviación<br>estándar |      | Coeficiente<br>de variación |         | Significancia |
|--------------------|-------|-------|------------------------|------|-----------------------------|---------|---------------|
|                    | 2017  | 2018  | 2017                   | 2018 | 2017                        | 2018    |               |
| Superficie (ha)    | 2.4   | 1.9   | 2.13                   | 1.43 | 88.75                       | 75.26   | 0.000         |
| Rendimiento (t/ha) | 1.6   | 1.1   | 1.31                   | 1.46 | 81.88                       | 132.73  | 0.000         |
| InAI (%)           | 5     | 10    | 4.87                   | 6.40 | 97.40                       | 64.00   | 0.000         |
| Integración (%)    | .0278 | .0018 | .289                   | .019 | 1039.57                     | 1055.56 | 0.042         |
| Radialidad (%)     | .0856 | .1106 | .088                   | .060 | 102.80                      | 54.25   | 0.000         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La superficie sembrada con maíz disminuyó 22 %; en cuanto al rendimiento, éste registró una disminución de 31 %. Por otra parte, el nivel de innovación de los productores incrementó 111 %. La integración de los productores registró una disminución de 94 %, lo que significa que están dejando de ser puente de vinculación para otros actores. En contraste, su radialidad incrementó 29 %, lo que significa que ahora tienen mayor acceso a los actores y recursos que están presentes en la red. Dado que el rendimiento es una variable que se ve como el resultado del proceso de intervención de PROAGRO Productivo, se realizó una clasificación de los productores con base en el rendimiento obtenido en 2018, por lo que sólo se consideraron a los productores que obtuvieron un rendimiento mínimo de 1 t/ha, lo que resultó en una muestra de 266 productores, de los cuales, el 92 % se ubican dentro del grupo de bajos rendimientos (Figura 8-7).

Con base en esta agrupación, el cuadro 8-5 presenta los cambios que se suscitaron en las variables que analizadas. En él se destaca que para todos los grupos el cambio en los rendimientos fue significativo. Sin embargo, los productores de bajos rendimientos disminuyeron su pro-

ducción 15 %. En contraste, los productores de alto rendimiento aumentaron un 64 % en ese rubro; y los productores de rendimientos medios lo hicieron 52 %.

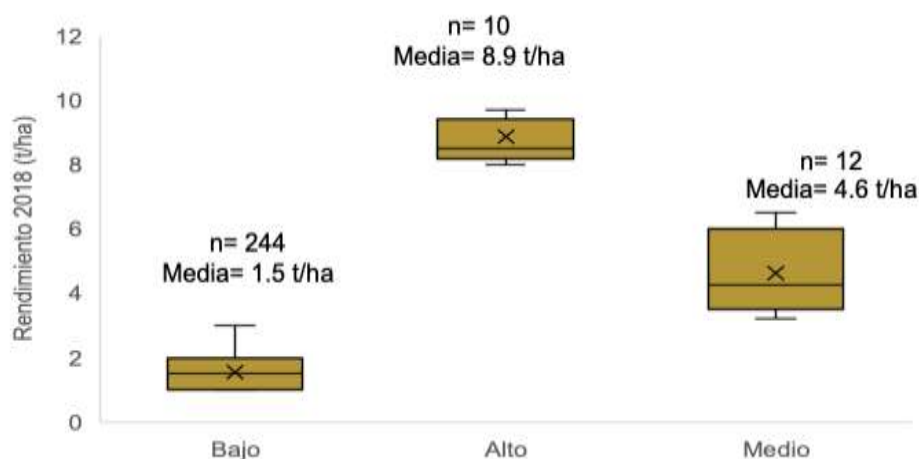


Figura 8-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Hidalgo de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Cuadro 8-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Hidalgo

| Variables          | Bajo                |                     | Medio               |                     | Alto                |                    |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
|                    | 2017                | 2018                | 2017                | 2018                | 2017                | 2018               |
| Rendimiento (t/ha) | 1.8 <sup>a</sup>    | 1.5 <sup>b</sup>    | 3.1 <sup>b</sup>    | 4.6 <sup>a</sup>    | 5.4 <sup>b</sup>    | 8.9 <sup>a</sup>   |
| InAI (%)           | 5 <sup>b</sup>      | 9 <sup>a</sup>      | 5 <sup>b</sup>      | 20 <sup>a</sup>     | 11 <sup>b</sup>     | 22 <sup>a</sup>    |
| Integración (%)    | 0.0088 <sup>a</sup> | 0.0016 <sup>b</sup> | 0                   | 0                   | 0.8389 <sup>a</sup> | 0 <sup>a</sup>     |
| Radialidad (%)     | 0.0848 <sup>b</sup> | 0.1115 <sup>a</sup> | 0.0605 <sup>b</sup> | 0.1593 <sup>a</sup> | 0.1817 <sup>a</sup> | 0.172 <sup>a</sup> |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Para el caso del nivel de innovación, en todos los grupos se presentó un incremento, sin embargo, los productores de rendimientos medios fueron los que lo incrementaron en mayor proporción (329 %). Por otra parte, considerando su integración y radialidad en la red, los productores de rendimiento bajo y alto presentaron un decremento en su integración en la red (82 y 100 %, respectivamente), lo que significa que están dejando de ser actores que conecten a otros productores, es decir, están diversificando sus fuentes de información para la innovación. En contraste, los productores de bajo y medio rendimiento presentaron un aumento en su radialidad (31 y 163 %, respectivamente), por lo que ahora tienen un mayor acceso a los recursos disponibles en la red, sin embargo, para los productores de alto rendimiento esto no fue así, pues presentaron una disminución del 5 % de su acceso a estos recursos.

Hasta ahora se ha visto que los valores de los rendimientos tuvieron cambios significativos en los momentos de análisis, por tal motivo se propuso un modelo de regresión lineal para identificar si el nivel de innovación, la edad del productor y su función como actores fuente o colectores tienen algún impacto en los valores obtenidos. En este sentido, el cuadro 8-6 muestra que 28.7 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por las variables independientes, de las cuales el nivel de innovación y la cobertura que presentan los productores como actores colectores y la edad, tienen un impacto estadísticamente significativo en éste.

**Cuadro 8-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Hidalgo en los rendimientos obtenidos en 2018**

| <b>n=266</b>                  | <b>b</b> | <b>Error estándar</b> | <b>Significancia</b> |
|-------------------------------|----------|-----------------------|----------------------|
| Intercepto                    | .200     | .551                  | .717                 |
| Edad                          | .017     | .007                  | .021                 |
| lnAI                          | .165     | .019                  | .000                 |
| Integración                   | -10.773  | 7.776                 | .167                 |
| Radialidad                    | -8.568   | 2.223                 | .000                 |
| <b>p de F</b>                 | 26.246   |                       | .000                 |
| <b>R<sup>2</sup></b>          | .287     |                       |                      |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b> | .276     |                       |                      |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Una vez que se identificó que el nivel de innovación impacta positivamente en el rendimiento, se procedió a plantear otro modelo de regresión con el cual se identificaron a detalle qué innovaciones tienen un impacto en éste. En el cuadro 8-7 se observa que 62.5 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por las innovaciones implementadas, por lo que el desvare, la nivelación de suelos, el tratamiento para semillas, la aplicación de feromonas y la siembra directa impactan de manera positiva en éste.

Cuadro 8-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Hidalgo en los rendimientos obtenidos en 2018

| n=266                       | b      | Error estándar | Significancia |
|-----------------------------|--------|----------------|---------------|
| Intercepto                  | 1.489  | .144           | .000          |
| Desvare                     | 1.722  | .475           | .000          |
| Subsoleo                    | -.480  | .250           | .056          |
| Nivelación de suelos        | 3.491  | .519           | .000          |
| Siembra directa             | .575   | .246           | .020          |
| Poscosecha                  | .508   | .455           | .266          |
| Análisis de suelo           | .724   | .498           | .147          |
| Análisis foliar             | -.621  | .626           | .322          |
| Fertilización               | .062   | .155           | .692          |
| Micronutrientes             | -.071  | .340           | .834          |
| Composta                    | .049   | .169           | .771          |
| Mejoradores de suelo        | .133   | .259           | .609          |
| Micorrizas                  | -.094  | .250           | .706          |
| Maíz mejorado MasAgro       | .409   | .283           | .150          |
| Semillas mejoradas diversas | .410   | .262           | .118          |
| Feromonas                   | 1.867  | .351           | .000          |
| Tratamiento para semillas   | 3.350  | .461           | .000          |
| p de F                      | 25.979 |                | .000          |
| R <sup>2</sup>              | .625   |                |               |
| R <sup>2</sup> ajustado     | .601   |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 8.4 Conclusiones y recomendaciones

A los productores de maíz del estado de Hidalgo que se les dio acompañamiento técnico, tanto 2017 como en 2018, tuvieron cambios estadísticos significativos en su nivel de innovación. En contraste, el cambio en el rendimiento de un año al otro fue estadísticamente significativo, pero de manera negativa. No obstante, la agrupación de los productores de acuerdo con esta variable permitió observar que en los grupos de medios y altos rendimientos el cambio fue positivo y estadísticamente significativo. Sin embargo, se debe mencionar que sólo 22 productores se ubican en estos grupos. Con respecto a los cambios en la integración de los productores en la red, el rendimiento fue negativo y estadísticamente significativo para los grupos de bajos y medios rendimientos, pero aumentaron su radialidad en la red, lo cual se relaciona con el aumento en su nivel de innovación.

Existe un impacto positivo del nivel de innovación en los rendimientos obtenidos. En este sentido, se recomienda que se promuevan las innovaciones que tienen el mayor impacto en él, por lo que se sugiere a los asesores técnicos de futuras intervenciones que operen en estos municipios, las promuevan, ya que menos del 1 % de los productores realizan el desvare, el 5 % utilizan la nivelación de suelos, el 4 % aplican tratamiento para semillas, el 4 % utilizan feromonas y el 19 % hacen la siembra directa. También se recomienda que, para la promoción de las innovaciones mencionadas anteriormente, los asesores aprovechen la envergadura que los productores les han dado, pues se encontró que éstos los refieren como sus principales fuentes de información, además de que se pueden aliar con los proveedores de insumos por la importancia que se les da.

Para incrementar las relaciones de la red de innovación es necesario que se incrementen las relaciones entre los productores, pues se encontró que entre ellos no interaccionan mucho. En un primer momento se sugiere hacerlo a nivel de municipio, a través de días demostrativos y capacitaciones, y después hacerlo a nivel estatal, a través de giras de intercambio.

Finalmente, se debe destacar que en este estado se dio continuidad a los municipios intervenidos, lo que derivó en que, en 2018, se atendiera al 76 % de los productores con los que se trabajó en 2017. Por lo que se demostró que, cuando hay continuidad, se pueden lograr resultados positivos.

## Capítulo 9. Jalisco. Síntesis de resultados

JUAN SALVADOR JIMÉNEZ CARRASCO<sup>1</sup>

### 9.1 Información general

De acuerdo con el SIAP (2019), el estado de Jalisco, en 2017, sembró el 7.9 % del total nacional de maíz del grano sembrado México, cubriendo una superficie de 593,163.43 ha sembradas. El rendimiento promedio obtenido por los productores fue 6.79 t/ha, en comparación con el promedio nacional de 3.79 t/ha, se ubicaron 3 t/ha por encima, posicionando a Jalisco en el quinto lugar del *ranking* nacional de los estados con mejores rendimientos de maíz grano, sólo por debajo de Sinaloa, Baja California Sur, Baja California y Sonora. Dada esta situación, Jalisco es un estado clave en la producción de maíz en México.

El programa PROAGRO Productivo brindó asistencia técnica en 2017 a los municipios de Atenguillo, Colotlán, Huejúcar, Ocotlán, Poncitlán y San Gabriel, alcanzando una cobertura de 285 productores de maíz para grano. En 2018, la cobertura del programa aumentó a 711 productores incorporando al municipio de San Martín Hidalgo. Así, el cuadro 9-1 presenta una caracterización general de los productores beneficiarios del programa y sus unidades de producción en los años de operación.

Con relación a la edad promedio de los productores, ésta prácticamente se mantuvo; la superficie sembrada aumentó como resultado del crecimiento del número de productores atendidos y el porcentaje destinado a autoconsumo disminuyó dado el aumento en los rendimientos.

---

<sup>1</sup> Doctorante en Ciencias en Problemas Económico-Agroindustriales. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH); correo electrónico: jjimenezc@ciestaam.edu.mx

Cuadro 9-1. Información general del estado de Jalisco

| Variable                    | 2017 | 2018 |
|-----------------------------|------|------|
| Número de productores       | 285  | 711  |
| Edad (años)                 | 58   | 59   |
| Superficie promedio (ha)    | 2.9  | 3.9  |
| Rendimiento promedio (t/ha) | 5.4  | 7.9  |
| Autoconsumo promedio (%)    | 39   | 18   |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 9.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Jalisco

### Dinámica de innovación

El mapeo de redes de innovación que se realizó en el estado en 2017 mostró una tasa de adopción de innovaciones de 70 % (14 innovaciones adoptadas de 20 innovaciones promovidas), siendo las innovaciones más adoptadas por los productores, en orden de importancia: fertilización, análisis de suelo, subsoleo, monitoreo de plagas, micronutrientes, entre otras (Figura 9-1). También se observó que dentro de los actores que promovieron las innovaciones se encontraron los asesores técnicos, familiares, centros de acopio e incluso otros productores encuestados y no encuestados que fueron referidos. Dicha información es útil en la formulación de estrategias de gestión, pues se identificaron actores clave para mejorar la difusión de innovaciones.

La fertilización es uno de los principales insumos agrícolas que, en su correcta aplicación, aumentan los rendimientos de maíz. De acuerdo con el mapeo de innovaciones, el 52 % de los productores encuestados aplicaron fertilización, y menos del 10 % aplicaron micronutrientes; aunado a esto, la fertilización no se acompaña del análisis de suelo, dado que éste se adoptó 50 % menos que la fertilización, cuando estas dos innovaciones deben implementarse en conjunto para un uso correcto de los fertilizantes y así lograr mejores rendimientos.



Figura 9-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Jalisco y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En 2018 los productores mantuvieron 70 % de adopción de las innovaciones promovidas, sin embargo, la estructura de importancia de las innovaciones practicadas cambió destacando: subsuelo, fertilización, siembra directa, monitoreo de plagas, análisis de suelo, uso de feromonas, entre otras. Destacan poscosecha y maíz mejorado MasAgro con aumentos significativos de un año a otro (Figura 9-2), también los actores promotores de las innovaciones cambiaron, denotando una apropiación de las innovaciones en la red mapeada y la intensa participación de los asesores técnicos en la difusión de las innovaciones.



Figura 9-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Jalisco y principales actores que las promueven, 2018

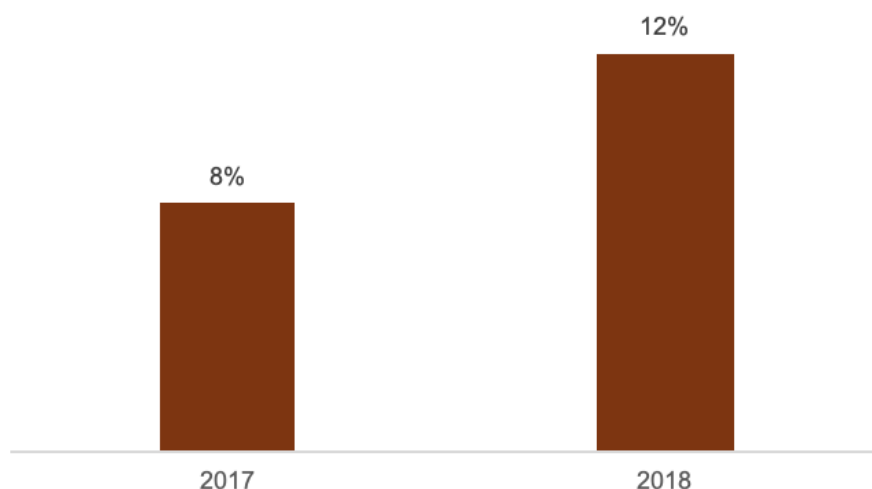
Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La baja adopción de fertilizantes podría deberse al tamaño de las superficies, como lo mencionan García-Salazar, Borja-Bravo & Rodríguez-Licea (2018) dado un aumento del 5 % del tamaño de predio la adopción de fertilizantes aumenta 0.3 % y ante un aumento del ingreso por hectárea la adopción de fertilizantes 1.6 %. En este análisis, durante el periodo –de 2017 a 2018– se observa una disminución en la fertilización (NPK) convencional, pero un aumento en otro tipo de fertilización como composta, micorrizas y mejoradores de suelo.

El uso de semillas mejoradas al igual que la fertilización también un insumo esencial en el aumento de los rendimientos. De acuerdo con García & Guzmán (2015), con un aumento en el 10 % del tamaño del predio la adopción de semilla mejorada incrementa 3.8%. Es decir, existe una relación positiva entre aumento en la superficie y adopción de semilla mejorada. En concordancia con dicho estudio, la superficie promedio cultivada por los productores de Jalisco aumentó 1 ha de un año a otro

y en respuesta la adopción de semilla mejorada triplicó su adopción pasando de 4% en 2017 a 12% en 2018.

El nivel de innovación de los productores mostró un aumento de cuatro puntos porcentuales (Figura 9-3), lo que significa que uno de cada dos productores en 2018 realizó, en promedio, una innovación más de lo que estaban realizando en 2017. Dicho cambio se debe a una combinación de factores, dentro de los que destaca la intervención del programa PROAGRO Productivo a través de los asesores técnicos. Sin embargo, aún existe una brecha en la adopción de innovaciones.



**Figura 9-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Jalisco, 2017 y 2018**

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## **Red de innovación**

En los municipios de acción del programa se identificaron los actores con distintos niveles de influencia en la adopción de innovaciones en los productores. Los actores más influyentes en la red, dado su alto

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

grado de consulta por los productores, en 2017, en orden de importancia, fueron: asesores técnicos, familiares, productores referidos y maquiladores (Figura 9-4a). En 2018 algunos de los actores con más influencia dentro de la red mantuvieron su importancia (asesores técnicos, maquiladores) e incluso la aumentaron (familiares) y se sumaron otros (organizaciones de productores, instituciones de enseñanza e instituciones de gobierno) (Figura 9-4b).

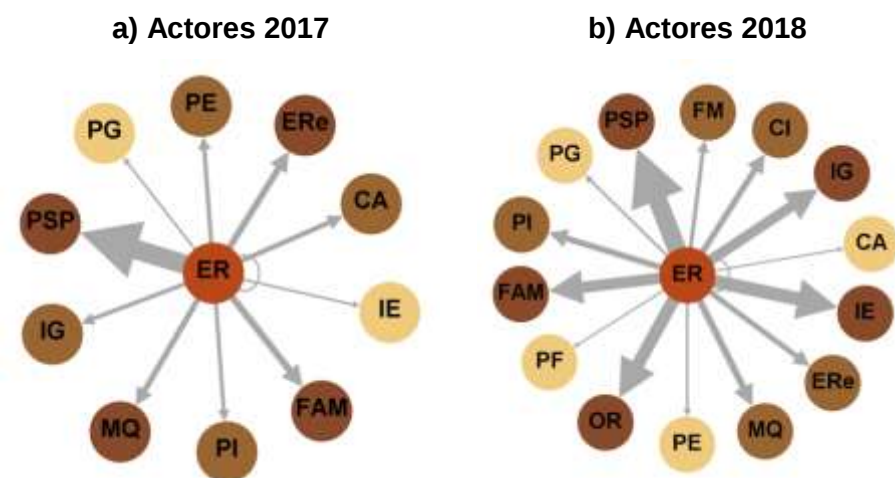


Figura 9-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Jalisco

Nota: A mayor grosor de la línea indica que el actor es más veces referido como fuente de información.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

De 2017 a 2018, los actores consultados se diversificaron un 40 %, destacando el interés por consultar más fuentes de información por la mayoría de los productores que, de acuerdo con Granovetter (1973), resalta la importancia de los lazos débiles, como detonantes en una red. La participación de nuevos actores en 2018 puede ser considerada como lazos débiles, porque introducen información nueva, diversa y de calidad a la red mejorando la adopción de innovaciones y los rendimientos en los productores.

Los resultados de los indicadores de centralización de la red de innovación mostraron que en 2018 la densidad de la red disminuyó respecto al año inmediato anterior, esto puede explicarse por el aumento en el número de actores, dado que es más complejo un alto nivel de interacción en una red con 822, que con 316 actores; además de sólo considerar las relaciones de los productores, la desviación estándar de este indicador muestra que no existe una sobre dispersión de los datos (Cuadro 9-2).

Cuadro 9-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Jalisco

| Indicador                               |                     | 2017 | 2018 |
|-----------------------------------------|---------------------|------|------|
| Número de actores de la red             |                     | 316  | 822  |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.3  | 0.2  |
|                                         | Desviación estándar | 0.05 | 0.04 |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 0.3  | 0.2  |
|                                         | Desviación estándar | 1.34 | 0.83 |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 0.29 | 0.18 |
|                                         | Desviación estándar | 0.20 | 0.12 |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 16   | 12   |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 1    | 0.4  |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El porcentaje promedio de relaciones que otros actores de la red dijeron tener sobre los proveedores de información fue 0.3 % de los actores en 2017 y en 2018 el valor fue el mismo; así, la desviación estándar, cuatro veces mayor que el porcentaje promedio, mostró que hay actores a los que se les pregunta mucho y otros a los que no se les pregunta (situación normal en redes de este tipo).

Los productores afirmaron que, en promedio, aprendieron del 0.3 % de los actores en la red en 2017. En 2018, los productores, en promedio, aprendieron del 0.2 %, sin embargo, cabe destacar que existió un aumento de actores en la red en 2018; así la desviación estándar, menor

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

que el porcentaje promedio, mostró que tanto en 2017 como en 2018 no existió mucha variación; se podría decir que la mayoría de los productores preguntó por igual.

Los índices de centralización mostraron que, tanto en 2017 como en 2018, existió una demanda de información insatisfecha, esto es que hubo un alto número de productores preguntando y pocos actores respondiendo. La red en 2018 comparada con 2017 también mostró que aumentó el número de productores preguntando y actores respondiendo.

En la formulación de estrategias de difusión de innovaciones es importante conocer la cobertura que pueden alcanzar dentro de la red los actores fuente y colectores. Los resultados mostraron que con cinco actores fuente de información seleccionados en 2018 se pudo alcanzar una cobertura de 42 %, y si se trabajara con 30 actores fuente, la cobertura llegaría al 81 % de la red (Cuadro 9-3). Por supuesto que esto implica tener la capacidad de trabajar no sólo con productores, sino con diversas instituciones, incluso actores no productores considerados fuentes de información inmersos dentro de la red de innovación en cuestión.

Cuadro 9-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Jalisco

| Número de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |            | Cobertura 2018 (%) |            |
|---------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|                                 | Fuente             | Colectores | Fuente             | Colectores |
| 3                               | 35                 | 3          | 31                 | 2          |
| 5                               | 48                 | 4          | 42                 | 3          |
| 10                              | 68                 | 8          | 60                 | 5          |
| 15                              | 78                 | 9          | 69                 | 7          |
| 20                              | 81                 | 11         | 75                 | 8          |
| 25                              | 84                 | 13         | 79                 | 9          |
| 30                              | 85                 | 14         | 81                 | 11         |
| 35                              | 86                 | 14         | 83                 | 11         |
| 40                              | 88                 | 14         | 85                 | 12         |
| 45                              | 90                 | 14         | 86                 | 13         |
| 50                              | 91                 | 15         | 87                 | 14         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En la figura 9-5 se observa que para ambos años y tipos de actores, el número ideal a seleccionar es de 10 actores, ya que con este número se tiene acceso a una cobertura que, si bien no es el valor más alto, si se seleccionaran más actores, el incremento sería marginal y no significativo, pues este comienza a decrecer.

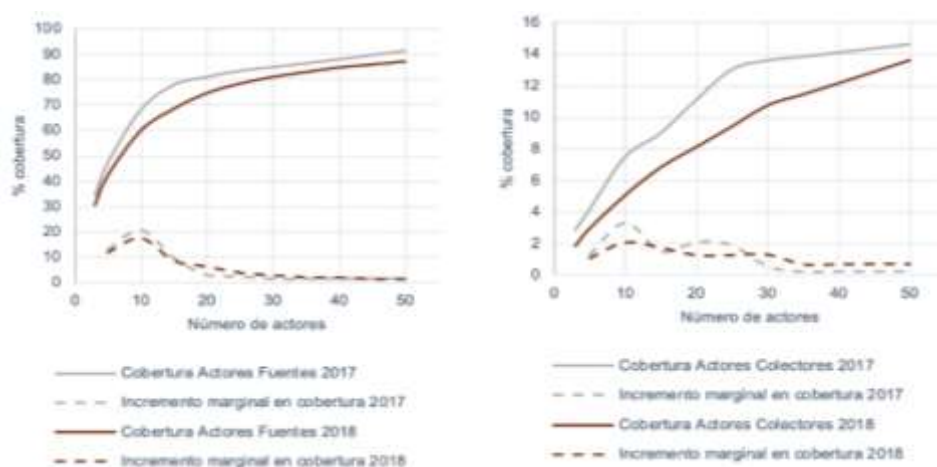


Figura 9-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Con base en la identificación del número eficiente en la selección de actores clave, la figura 9-6 muestra los 10 actores fuente y colectores de la red de innovación. En la red destaca la participación de asesores técnicos (PSP) e instituciones de gobierno como fuentes de información, mientras que como actores colectores destacan los productores beneficiarios del programa.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

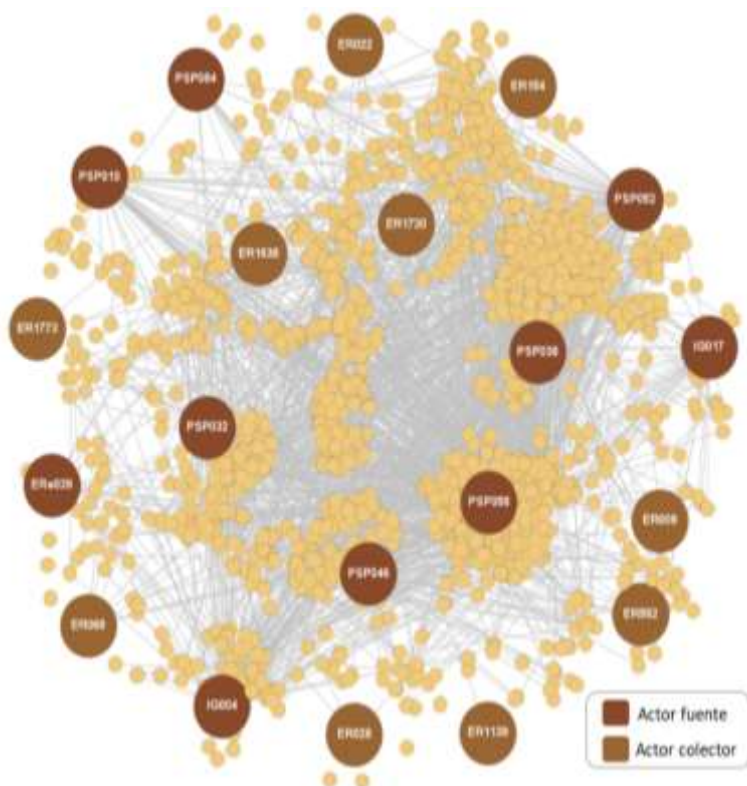


Figura 9-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Jalisco

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

### 9.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018

Los resultados del análisis comparativo de los productores que participaron en el programa en 2017 y 2018 mostraron que los incrementos en 2018 en rendimientos, innovaciones adoptadas (InAI) y radialidad fueron significativos. La superficie promedio sembrada con maíz disminuyó significativamente

en 2018. Los cambios en rendimientos se pueden explicar con el aumento en innovaciones practicadas y radialidad de los productores, lo que significó que entre más se preguntó a otros actores y éstos estuvieron bien conectados, aumentaron tanto rendimientos como adopción de innovaciones (Cuadro 9-4).

Cuadro 9-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Jalisco

| Variable<br>n=186  | Media |      | Desviación<br>estándar |      | Coeficiente<br>de variación |         | Significan-<br>cia |
|--------------------|-------|------|------------------------|------|-----------------------------|---------|--------------------|
|                    | 2017  | 2018 | 2017                   | 2018 | 2017                        | 2018    |                    |
| Superficie (ha)    | 5.2   | 3.9  | 7.27                   | 4.87 | 139.81                      | 124.87  | 0.030              |
| Rendimiento (t/ha) | 2.8   | 3.2  | 1.53                   | 1.27 | 54.64                       | 39.69   | 0.000              |
| InAl (%)           | 7     | 15   | 2.45                   | 5.44 | 35.00                       | 36.27   | 0.000              |
| Integración (%)    | 0.02  | 0.05 | 0.18                   | 0.56 | 900.00                      | 1120.00 | 0.500              |
| Radialidad (%)     | 0.37  | 0.43 | 0.14                   | 0.12 | 37.84                       | 27.91   | 0.000              |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Como resultado del agrupamiento de los productores con diferentes rendimientos, se encontró una brecha en rendimientos entre cada grupo de 4.7 y 3.3 t/ha, respectivamente. La mayor concentración de productores estuvo en el grupo de rendimientos medios (Figura 9-7) donde estos productores tienen rendimientos mínimos de aproximadamente 2.6 t/ha, y como máximo alrededor de 4 t/ha.

Los resultados a la prueba de t para muestras emparejadas entre grupos de rendimientos mostraron diferencias significativas entre grupos en algunas variables analizadas (Cuadro 9-5). Los rendimientos aumentaron en 2018 para todos los grupos, sin embargo, en el grupo con rendimientos bajos, los incrementos no fueron significativos, así el grupo de productores con rendimientos altos fue el que mostró un incremento mayor con respecto al año anterior. Sin embargo, este grupo es el más pequeño comparado con los otros dos, y una acción que los asesores téc-

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

nicos implementan en este estado es el vincular a los actores con rendimientos bajos con el grupo alto, ya que al estar en contacto con otros pueden ser influidos por ellos (Monge P. & Hartwich, 2008) replicándose de manera epidémica entre ellos.

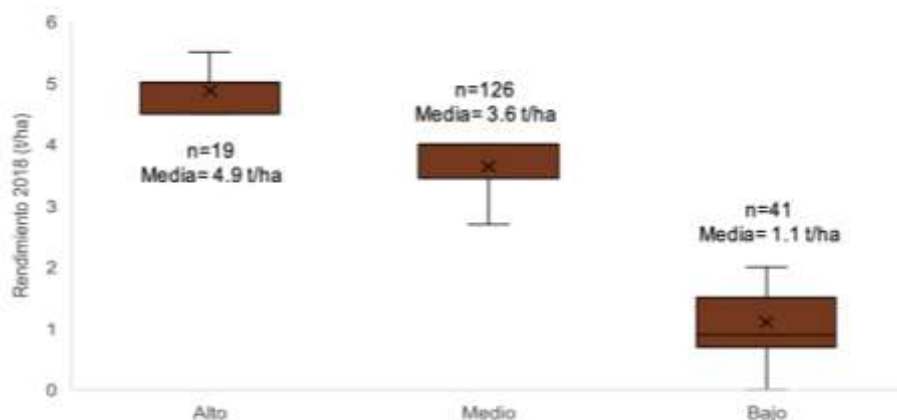


Figura 9-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Jalisco de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Cuadro 9-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los grupos formados en el estado de Jalisco

| Variables          | Bajo              |                   | Medio             |                   | Alto                |                     |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
|                    | 2017              | 2018              | 2017              | 2018              | 2017                | 2018                |
| Rendimiento (t/ha) | 1.9 <sup>a</sup>  | 2 <sup>a</sup>    | 5.9 <sup>b</sup>  | 6.7 <sup>a</sup>  | 7.9 <sup>b</sup>    | 10 <sup>a</sup>     |
| InAI (%)           | 5 <sup>b</sup>    | 13 <sup>a</sup>   | 8 <sup>b</sup>    | 18 <sup>a</sup>   | 10 <sup>b</sup>     | 20 <sup>a</sup>     |
| Integración (%)    | 0.11 <sup>a</sup> | 0.03 <sup>a</sup> | 0.09 <sup>a</sup> | 0.05 <sup>a</sup> | 0.0077 <sup>a</sup> | 0.0024 <sup>a</sup> |
| Radialidad (%)     | 0.38 <sup>a</sup> | 0.27 <sup>b</sup> | 0.37 <sup>b</sup> | 0.26 <sup>a</sup> | 0.31 <sup>a</sup>   | 0.20 <sup>b</sup>   |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo 2017 y 2018, CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El indicador de adopción de innovaciones y la radialidad en todos los grupos presentaron incrementos significativos en 2018. De acuerdo con Costenbader & Valente (2003), los productores de una red con radialidad alta son capaces de alcanzar a más actores a través de pocos pasos dado sus vínculos indirectos. La integración no presentó diferencias significativas entre grupos lo cual significa que en los tres se mantiene el nivel de productores conectados y diversos.

La influencia de las variables sobre los rendimientos, explorada a través del modelo de regresión múltiple, mostró que sólo el 16 % de los rendimientos se explica por las variables consideradas ( $R^2 = 0.16$ ), dentro de estas variables se encontró que a menor edad más innovaciones eran practicadas, y que a mayor radialidad e InAI de un productor los rendimientos aumentaron (Cuadro 9-6).

Cuadro 9-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Jalisco en los rendimientos obtenidos en 2018

| n=186                   | b      | Error estándar | Significancia |
|-------------------------|--------|----------------|---------------|
| Intercepto              | 10.51  | 1.25           | 0.000         |
| Edad                    | -0.046 | 0.01           | 0.004         |
| InAI                    | 0.060  | 0.02           | 0.009         |
| Integración             | -0.843 | 0.76           | 0.270         |
| Radialidad              | -7.15  | 2.39           | 0.003         |
| p de F                  | 6.48   |                | 000           |
| R <sup>2</sup>          | 0.16   |                |               |
| R <sup>2</sup> ajustado | .276   |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Los resultados de la regresión múltiple mostraron que el 60 % de los rendimientos se explica por las innovaciones implementadas ( $R^2 = 0.60$ ). Las innovaciones significativas que afectaron de manera positiva los rendimientos fueron el uso de feromonas, la realización de subsuelo y la aplicación de mejoradores de suelo. En el caso de la aplicación de

fertilización, el modelo mostró que tiene efectos negativos sobre los rendimientos; este hallazgo coincide con el de Dorward et al. (2008), donde reportan que por cada peso invertido en fertilizante se “ganó” -0.24 a 0.36 centavos-. Esto evidencia que no se trata sólo de fertilizar sin acompañarse de otras innovaciones como el análisis de suelo, micronutrientes, reguladores de pH como la cal micronizada y, por supuesto, la asistencia técnica para la correcta armonización de las innovaciones.

Entre las diferencias encontradas destacan rendimientos de 2 t/ha menos, en comparación con los productores que aplicaron feromonas y/o mejoradores de suelo, los resultados de la regresión múltiple mostraron que el 60 % de los rendimientos se explica por las innovaciones implementadas ( $R^2 = 0.60$ ). Las innovaciones significativas que afectaron de manera positiva los rendimientos fueron el uso de feromonas, realización de subsoleo y aplicación de mejoradores de suelo. En el caso de la aplicación de fertilización, el modelo mostró que tiene efectos negativos sobre los rendimientos, este hallazgo coincide con el de Dorward et al. (2008), donde reportan que por cada peso invertido en fertilizante se “ganó” -0.24 a 0.36 centavos-. Esto evidencia que no se trata sólo de fertilizar sin acompañarse de otras innovaciones como el análisis de suelo, micronutrientes, reguladores de pH como la cal micronizada y, por supuesto, la asistencia técnica para la correcta armonización de las innovaciones (Cuadro 9-7).

Estos cambios en rendimientos, dada la correcta aplicación o la aplicación en conjunto de innovaciones para detonar los rendimientos, son parte del propósito que los asesores técnicos enfrentan en sus labores cotidianas. Sin embargo, la finalidad de los programas como PROAGRO Productivo, como señalan estos autores, debe ser que los subsidios otorgados mejoren la disponibilidad de alimentos a corto plazo y estimulen el crecimiento y el desarrollo rural a largo plazo.

Cuadro 9-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Jalisco en los rendimientos obtenidos en 2018

| n=186                   | b     | Error estándar | Significancia |
|-------------------------|-------|----------------|---------------|
| Intercepto              | 7.017 | 0.727          | 0.00          |
| Feromonas               | 2.484 | 0.485          | 0.00          |
| Subsoleo                | 2.275 | 0.487          | 0.00          |
| Fertilización           | -2.02 | 0.565          | 0.00          |
| Mejoradores de suelo    | 2.053 | 0.746          | 0.01          |
| Camas permanentes       | -4.37 | 2.289          | 0.06          |
| Monitoreo de plagas     | -0.91 | 0.531          | 0.09          |
| Micorrizas              | -0.73 | 0.496          | 0.15          |
| Análisis foliar         | 1.467 | 1.032          | 0.16          |
| Trampas de colores      | 2.007 | 1.546          | 0.20          |
| Maíz mejorado MasAgro   | 1.026 | 1.029          | 0.32          |
| Greenseeker             | -1.23 | 1.238          | 0.32          |
| Micronutrientes         | 0.841 | 0.914          | 0.36          |
| Siembra directa         | 0.579 | 0.762          | 0.45          |
| Nivelación de suelos    | 1.434 | 1.971          | 0.47          |
| Bioinsecticidas         | -0.62 | 1.154          | 0.59          |
| Rastrojo                | 0.631 | 1.369          | 0.65          |
| Composta                | 0.724 | 1.597          | 0.65          |
| Poscosecha              | -0.2  | 0.584          | 0.74          |
| Análisis de suelo       | -0.1  | 0.586          | 0.87          |
| p de F                  | 9.41  |                | 000           |
| R <sup>2</sup>          | 0.60  |                |               |
| R <sup>2</sup> ajustado | 0.54  |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 9.4 Conclusiones y recomendaciones

Para mejorar la adopción de innovaciones, los productores deben estar convencidos de la implementación de innovaciones y sus beneficios a corto y largo plazo, dado que no todas las innovaciones evidencian sus

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

resultados rápidamente, además de la aplicación conjunta de innovaciones; por ejemplo, la fertilización debe acompañarse de análisis de suelo, aplicación de micronutrientes, reguladores de pH y asistencia técnica para armonizar su aplicación y mejorar los rendimientos. Así la vinculación de los productores con productores y otros actores es un elemento clave que debe considerarse en los planes de trabajo de los asesores técnicos para el aumento de los rendimientos.

El uso de feromonas en el estado Jalisco ha alcanzado un punto clave y su adopción ha aumentado siendo positiva ya que es una innovación identificada como detonante de impactos positivos en los rendimientos. Por otra parte, el subsoleo y los mejoradores de suelo, que también son detonantes de impactos positivos, tienen potencial de ser adoptadas.

Derivado del análisis realizado, se evidenció que los subsidios deben acompañarse de asistencia técnica; es decir, no es suficiente otorgar los recursos económicos, sino también el conocimiento, así los asesores técnicos son actores importantes dentro de las redes de innovación y juegan un papel preponderante en el aumento de los rendimientos en los productores de maíz.

Finalmente, un mayor nivel de comprensión de los asesores técnicos sobre las redes en las que les toque desempeñarse facilitará la difusión de innovación, evidenciará más su labor, logrará mayor eficiencia y contribuirá con mayor rapidez al desarrollo de las comunidades atendidas.

- 
-

## Capítulo 10. Michoacán. Síntesis de resultados

ELIZABETH ROLDÁN SUÁREZ<sup>1</sup>

### 10.1 Información general

De acuerdo con información de SIAP (2019), el estado de Michoacán, en 2017, se destacó con la producción de 1,911,239 t de maíz, la cual representó el 7 % de la producción total, ubicándolo en el cuarto lugar del *ranking* nacional. Además, la producción en el estado presenta un rendimiento promedio de 4.2 t/ha, el cual se encuentra por arriba de la media nacional (3.8 t/ha). Ante este escenario, Michoacán se visualiza como uno de los estados claves para la producción de maíz en el país.

En 2017, el programa PROAGRO Productivo operó en 12 municipios del estado, y en 2018 intervino en 18. Sin embargo, si bien es cierto que este número incrementó, se debe destacar que sólo en nueve municipios se trabajó en ambos años. Así, el cuadro 10-1 incluye una caracterización general de los productores y sus unidades de producción en los años de operación.

Cuadro 10-1. Información general del estado de Michoacán

| Variable                    | 2017 | 2018  |
|-----------------------------|------|-------|
| Número de productores       | 904  | 1,198 |
| Edad (años)                 | 62   | 62    |
| Superficie promedio (ha)    | 3.3  | 2.6   |
| Rendimiento promedio (t/ha) | 3.2  | 4.6   |
| Autoconsumo promedio (%)    | 62   | 54    |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

---

<sup>1</sup> Doctora en Problemas Económico-Agroindustriales. Universidad Politécnica de Texcoco (UPTex), correo electrónico: elizabeth.roldan@uptex.edu.mx

## 10.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Michoacán

### Dinámica de innovación

El mapeo de redes de innovación que se realizó en el estado identificó las tasas de adopción de las 21 innovaciones que promovió PROAGRO productivo en 2017 y 2018. Al respecto, la figura 10-1 muestra las innovaciones que para 2017 se realizaban. En ella se observa que la fertilización fue la innovación más adoptada. Comparada con las cuatro innovaciones más adoptadas que siguen, esta innovación presenta una diferencia de adopción de entre 47 y 43 %. Asimismo, la figura 10-2 muestra las innovaciones que fueron adoptadas al menos por el 1 % de los productores en 2018. Con lo anterior se muestra que en 2018 los productores practicaron siete innovaciones más de lo que estaban realizando en 2017, y, de las 14 innovaciones que ya se practicaban en 2017, en 2018 la tasa de adopción de éstas aumentó.



Figura 10-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Michoacán y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.



Figura 10-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Michoacán y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Con relación al nivel de innovación de los productores, en la figura 10-3 se aprecia un aumento de 94 %, lo que significa que, en 2018, los productores realizaron, en promedio, una innovación más de lo que estaban realizando en 2017.

## Red de innovación

En los territorios existe una diversidad de actores con los cuales los productores interactúan para obtener información y recursos para innovar. No obstante, no todos los actores presentes tienen la misma importancia para el productor. En este sentido, la figura 10-4 muestra los actores presentes en las redes de los productores en 2017 y 2018. En ella se aprecia que, en ambos años, la diversidad de actores es alta, sin embargo, la importancia de cada uno de ellos cambia y varía, por ejemplo, es claro que, en 2018, los productores consideran como principales ac-

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

tores fuente de información a las instituciones de gobierno y a los asesores técnicos representados como PSP (Figura 10-4b). En 2017, la importancia de los proveedores de insumos era mayor (Figura 10-4a).

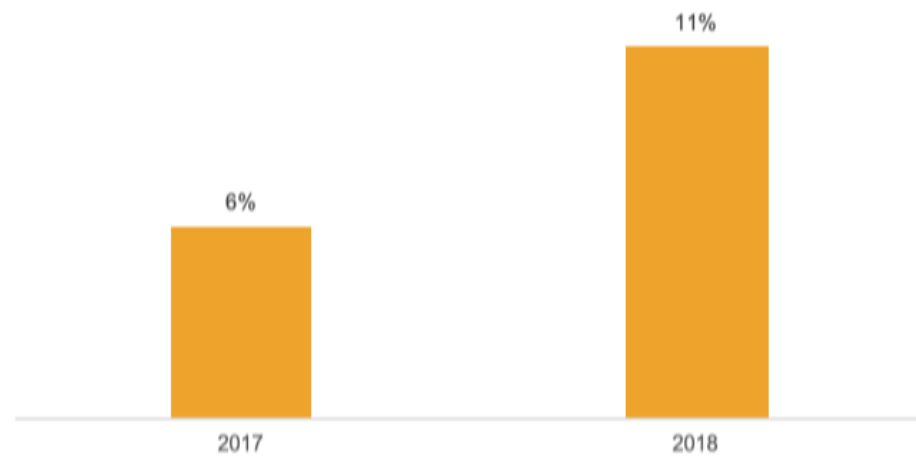


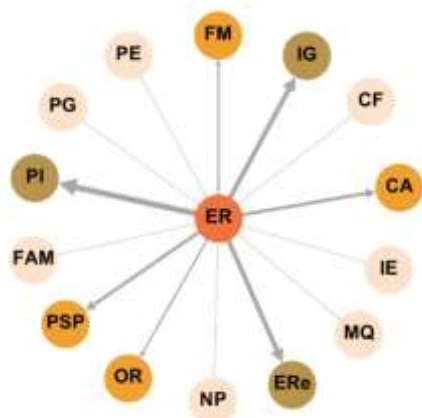
Figura 10-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Michoacán, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El cuadro 10-2 presenta los indicadores de las redes de 2017 y 2018; en él se muestra que hubo un incremento del 93 % en la densidad de las redes. Sin embargo, si bien es cierto que aún con el incremento, el valor obtenido es bajo, no se debe de interpretar como si no fuera significativo, pues considerando el tamaño de la red (1,671 actores), es una densidad importante. Con respecto a los índices de centralización de entrada y de salida para ambos años, éstos son bajos, lo cual indica que no hay actores centralizando la información a través de sus relaciones de entrada o salida. En términos de oferta y demanda de la información significa que hay muchos actores ofreciendo información y también existen varios actores demandándola, por lo que los actores que la demandan tienen muchas posibilidades de tener acceso a dicha información.

## Redes de innovación en la producción de maíz en México

a) Actores 2017



b) Actores 2018

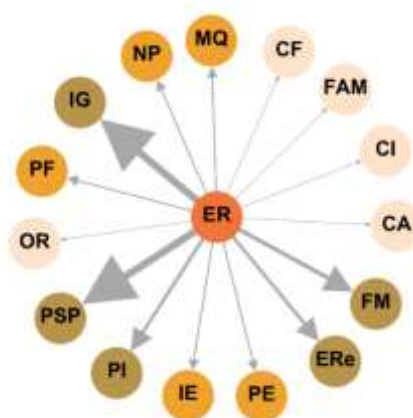


Figura 10-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Michoacán

Nota: A mayor grosor de la línea indica que el actor es más veces referido como fuente de información.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Cuadro 10-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Michoacán

| Indicador                               |                     | 2017  | 2018  |
|-----------------------------------------|---------------------|-------|-------|
| Número de actores de la red             |                     | 1,206 | 1,671 |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.06  | 0.8   |
|                                         | Desviación estándar | 0.02  | 0.02  |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 0.05  | 0.07  |
|                                         | Desviación estándar | 0.21  | 0.34  |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 0.05  | 0.07  |
|                                         | Desviación estándar | 0.07  | 0.08  |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 4     | 6     |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 0.43  | 0.46  |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En procesos de transferencia de tecnología es útil conocer cómo se encuentra el mercado de información para la innovación y, más allá de conocerlo, resulta conveniente identificar a los actores clave que pueden ayudar a eficientizar el proceso de difusión de innovaciones. El cuadro 10-3 muestra las coberturas de la red calculados para diferente número de actores, ya sea fuentes o colectores, considerando un rango de número de actores de entre 3 y 50. En dicho cuadro se observa que para ambos años y tipos de actores, el número ideal a seleccionar es de 10 actores, ya que con este número se tiene acceso a una cobertura que si bien no es valor más alto, si se seleccionaran más actores, el incremento marginal no sería significativo y éste comienza a decrecer (Figura 10-5).

**Cuadro 10-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Michoacán**

| Número de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |            | Cobertura 2018 (%) |            |
|---------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|                                 | Fuentes            | Colectores | Fuentes            | Colectores |
| 3                               | 9                  | 2          | 17                 | 2          |
| 5                               | 14                 | 3          | 22                 | 3          |
| 10                              | 20                 | 5          | 32                 | 5          |
| 15                              | 25                 | 6          | 38                 | 6          |
| 20                              | 27                 | 8          | 42                 | 8          |
| 25                              | 30                 | 9          | 46                 | 9          |
| 30                              | 32                 | 10         | 48                 | 10         |
| 35                              | 34                 | 10         | 50                 | 11         |
| 40                              | 36                 | 11         | 52                 | 12         |
| 45                              | 37                 | 12         | 53                 | 13         |
| 50                              | 39                 | 13         | 54                 | 14         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Con base en la identificación del número eficiente en la selección de actores clave, la figura 10-6 muestra los 10 actores fuente y colectores de la red de innovación. En ella se observa que el 90 % de los actores fuente son PSP. Con respecto a los actores colectores, todos son productores que formaron parte de la población objetivo del programa.

## Redes de innovación en la producción de maíz en México

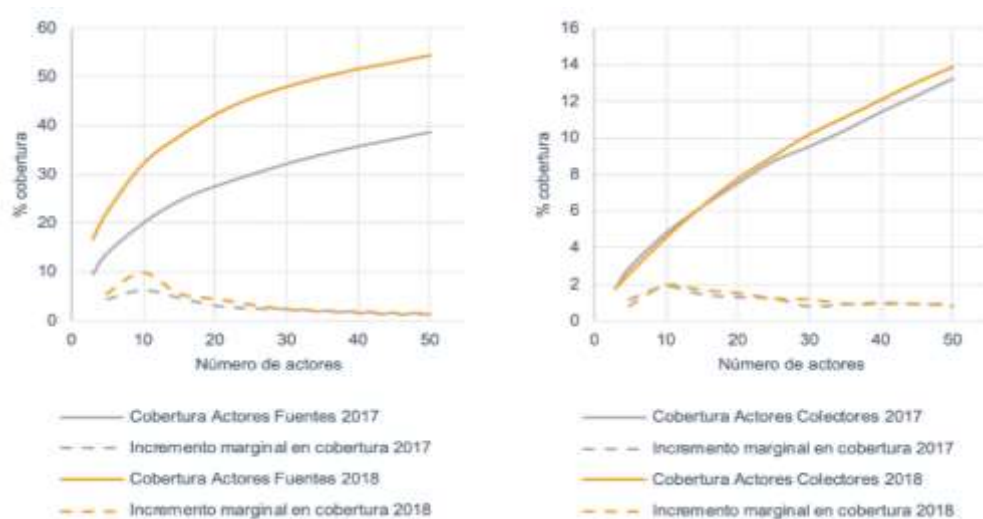


Figura 10-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Para estimar las diferencias significativas entre un año y otro se analiza-

Cuadro 10-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Michoacán

| Variable<br>n=355  | Media |      | Desviación<br>estándar |      | Coeficiente<br>de variación |        | Signifi-<br>cancia |
|--------------------|-------|------|------------------------|------|-----------------------------|--------|--------------------|
|                    | 2017  | 2018 | 2017                   | 2018 | 2017                        | 2018   |                    |
| Superficie (ha)    | 3.8   | 2.6  | 3.31                   | 1.11 | 87.11                       | 42.69  | 0.000              |
| Rendimiento (t/ha) | 3.6   | 3.5  | 2.00                   | 1.96 | 55.56                       | 56.00  | 0.319              |
| InAI (%)           | 6     | 14   | 5.98                   | 7.08 | 99.67                       | 50.57  | 0.000              |
| Integración (%)    | 0.01  | 0.01 | 0.06                   | 0.06 | 600.00                      | 600.00 | 0.225              |
| Radialidad (%)     | 0.09  | 0.15 | 0.10                   | 0.10 | 111.11                      | 66.67  | 0.000              |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La superficie sembrada con maíz disminuyó 43 %, el rendimiento disminuyó 3 %, el nivel de innovación de los productores fue el que más incrementó (59 %). Por otra parte, la integración de los productores en la red no presentó cambios, lo que significa que, en promedio, siguen articulados con el mismo número de actores que los refieren. En contraste, su radialidad aumentó 40 %, lo que significa que los cambios en el número de relaciones hacia la red les permite un mayor acceso a diferentes actores y a los recursos con los que éstos cuentan.

Dado que el rendimiento es una variable que se ve como el resultado del proceso de intervención de PROAGRO Productivo, se realizó una clasificación de los productores con base en el rendimiento obtenido en 2018, por lo que sólo se consideraron a los productores que obtuvieron un rendimiento mínimo de 1 t/ha, lo que resultó en una muestra de 327 productores, de los cuales el 51 % se ubican dentro del grupo de los bajos rendimientos (Figura 10-7).

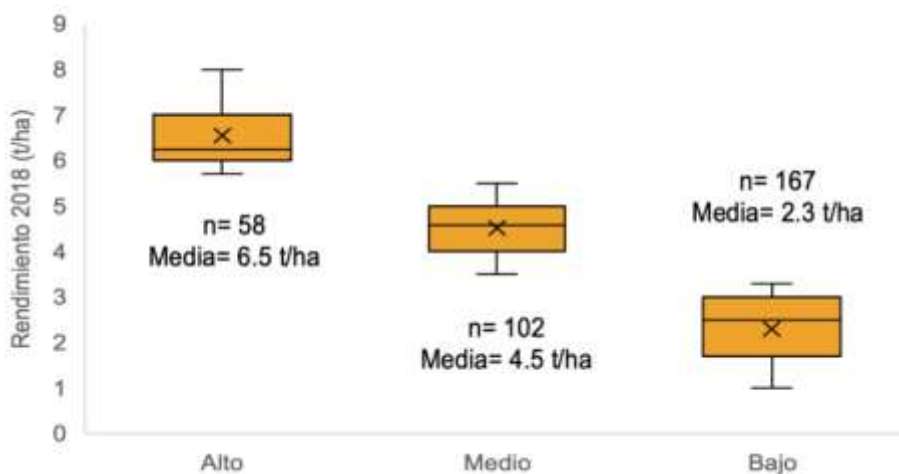


Figura 10-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Michoacán de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Con base en esta agrupación, el cuadro 10-5 presenta los cambios que se suscitaron en las variables que se han venido analizando. En él se destaca que, para todos los grupos, el cambio en los rendimientos fue significativo, sin embargo, los productores de bajos rendimientos disminuyeron su producción 12 %. En contraste, los productores de alto rendimiento aumentaron 20 % este ramo. Para el caso del nivel de innovación, en todos los grupos se presentó un incremento, sin embargo, los productores de rendimientos medios fueron los que lo hicieron en mayor medida (201 %). Por otra parte, considerando su radialidad en la red, los productores de rendimiento medio fueron los únicos que presentaron un decremento (-43 %) lo que indica que tienen un menor acceso a los actores y recursos de la red, los productores con bajos y altos rendimientos incrementaron su radialidad 67 y 31 %, respectivamente. Finalmente, los cambios en su integración no fueron significativos para ninguno de los grupos, empero, sólo los productores de bajo rendimiento incrementaron

su integración 12 %, lo que significa que están siendo fuente de información y conocimiento entre sus pares; de acuerdo a Aguilar-Gallegos et al. (2016) estos productores pueden ser un buen vínculo para conectar a otros.

**Cuadro 10-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Michoacán**

| Variables          | Bajo                |                     | Medio               |                     | Alto                |                     |
|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|                    | 2017                | 2018                | 2017                | 2018                | 2017                | 2018                |
| Rendimiento (t/ha) | 2.6 <sup>a</sup>    | 2.3 <sup>b</sup>    | 4.1 <sup>b</sup>    | 4.5 <sup>a</sup>    | 5.5 <sup>b</sup>    | 6.5 <sup>a</sup>    |
| InAI (%)           | 5 <sup>b</sup>      | 13 <sup>a</sup>     | 5 <sup>b</sup>      | 15 <sup>a</sup>     | 9 <sup>b</sup>      | 16 <sup>a</sup>     |
| Integración (%)    | 0.0065 <sup>a</sup> | 0.0073 <sup>a</sup> | 0.0085 <sup>a</sup> | 0.0077 <sup>a</sup> | 0.0315 <sup>a</sup> | 0.0251 <sup>a</sup> |
| Radialidad (%)     | 2.6 <sup>a</sup>    | 2.29 <sup>b</sup>   | 4.15 <sup>b</sup>   | 4.51 <sup>a</sup>   | 5.45 <sup>b</sup>   | 6.54 <sup>a</sup>   |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Hasta ahora se ha visto que los valores de los rendimientos tuvieron cambios significativos en los momentos de análisis, por tal motivo se propuso un modelo de regresión lineal para identificar si el nivel de innovación, la edad del productor y su integración o radialidad en la red tienen algún impacto en los valores obtenidos. En este sentido, el cuadro 10-6 muestra que 10.1 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por las variables independientes, de las cuales el nivel de innovación y la radialidad tienen un impacto estadísticamente significativo en éste.

Una vez que se identificó que el nivel de innovación tiene un impacto positivo en el rendimiento, se procedió a plantear otro modelo de regresión con el cual se identificaron a detalle qué innovaciones tienen un impacto en éste. En el cuadro 10-7 se aprecia que 17 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por las innovaciones implementadas, por lo que la aplicación de feromonas tiene impactos negativos, mientras que el uso de maíz mejorado MasAgro y la aplicación de micronutrientes impactan de manera positiva.

**Cuadro 10-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Michoacán en los rendimientos obtenidos en 2018**

| n=327                   | b       | Error estándar | Significancia |
|-------------------------|---------|----------------|---------------|
| Intercepto              | 2.836   | .534           | .000          |
| Edad                    | -.001   | .007           | .887          |
| lnAI                    | .110    | .020           | .000          |
| Integración             | 1.703   | 1.603          | .289          |
| Radialidad              | - 4.033 | 1.355          | .003          |
| p de F                  | 9.068   |                | .000          |
| R <sup>2</sup>          | .101    |                |               |
| R <sup>2</sup> ajustado | .090    |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

**Cuadro 10-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Michoacán en los rendimientos obtenidos en 2018**

| n=327                       | b      | Error estándar | Significancia |
|-----------------------------|--------|----------------|---------------|
| Intercepto                  | 3.586  | .233           | .000          |
| Subsoleo                    | -.034  | .287           | .905          |
| Nivelación de suelos        | .372   | 1.025          | .717          |
| Camas permanentes           | -.859  | 1.164          | .461          |
| Siembra directa             | .294   | .259           | .258          |
| Rastrojo                    | .347   | .259           | .181          |
| Poscosecha                  | .192   | .278           | .490          |
| Análisis de suelo           | .358   | .594           | .548          |
| Análisis foliar             | -.249  | 1.225          | .839          |
| Greenseeker                 | .999   | 1.788          | .577          |
| Fertilización               | -.398  | .215           | .064          |
| Micronutrientes             | 1.256  | .610           | .040          |
| Composta                    | .076   | .335           | .820          |
| Mejoradores de suelo        | .290   | .332           | .383          |
| Micorrizas                  | .080   | .882           | .928          |
| Maíz mejorado MasAgro       | 1.057  | .275           | .000          |
| Semillas mejoradas diversas | -1.355 | .901           | .134          |
| Feromonas                   | -.716  | .274           | .009          |
| Insectos benéficos          | .193   | 1.217          | .874          |

| n=327                   | b     | Error estándar | Significancia |
|-------------------------|-------|----------------|---------------|
| Monitoreo de plagas     | -.028 | .349           | .936          |
| Trampas de colores      | .442  | 1.700          | .795          |
| Bioinsecticidas         | .108  | .288           | .708          |
| p de F                  |       | 2.968          | .000          |
| R <sup>2</sup>          |       | .170           |               |
| R <sup>2</sup> ajustado |       | .113           |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 10.4 Conclusiones y recomendaciones

Los productores de maíz del estado de Michoacán a los que se dio acompañamiento técnico en 2017 y 2018, tuvieron cambios significativos en su nivel de innovación y en su radialidad en la red en la que están inmersos. En contraste, los rendimientos obtenidos en 2018 tuvieron un cambio significativo, pero de manera negativa. Sin embargo, la agrupación de los productores, de acuerdo con esta variable, permitió observar que en los grupos de medios y altos rendimientos el cambio fue positivo y significativo. En lo que se refiere a su integración, sólo los productores de bajos rendimientos tuvieron un cambio positivo, aunque éste no fue estadísticamente significativo; no obstante, se debe destacar que dicho cambio indica que este tipo de productores puede funcionar como vínculo para conectar a otros. Por otra parte, la radialidad presentó incrementos en los grupos bajos y altos; para el caso de los productores con rendimientos medios, disminuyó. Se debe recalcar el incremento positivo, sobre todo para los productores de bajo rendimiento, ya que esto significa que tienen un mayor acceso a los actores y recursos presentes en la red.

Existe un impacto positivo del nivel de innovación en los rendimientos obtenidos. Se encontró que el uso de maíz mejorado MasAgro y la aplicación de micronutrientes impactan de manera positiva; en contraste, el uso de feromonas impacta de manera negativa. Dada la importancia

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

de las innovaciones que tienen impacto positivo, se recomienda que los asesores técnicos de futuras intervenciones que trabajen en estos municipios promuevan dichas innovaciones, ya que sólo el 28 % de los productores utilizan el maíz mejorado MasAgro y sólo el 2 % aplica micro-nutrientes. También se recomienda que, para la promoción de las innovaciones mencionadas anteriormente, los asesores utilicen la importancia que los productores les han dado, pues se encontró que éstos refieren como sus fuentes de información a las instituciones de gobierno y a los PSP.

Para incrementar las relaciones de la red de innovación es necesario que se incrementen las relaciones entre los productores, pues se encontró que entre ellos no interaccionan mucho. En un primer momento se sugiere hacerlo a nivel de municipio a través de días demostrativos y capacitaciones; en un segundo momento se sugiere hacerlo a nivel estatal a través de giras de intercambio. Finalmente, con este trabajo se demostró que cuando hay continuidad, se pueden lograr resultados positivos, por lo que es de vital importancia dar seguimiento a los productores que se atienden, pues para este caso, de los 908 productores que se atendieron en 2017, sólo se les dio continuidad a 355 y se incluyeron 843 nuevos productores.

## Capítulo 11. Oaxaca. Síntesis de resultados

VICTORIA CIELO HERNÁNDEZ CRUZ<sup>1</sup>  
KAREN TONANTZI RAMÍREZ MIJANGOS<sup>2</sup>

### 11.1 Información general

En Oaxaca, en 2017, de acuerdo con SIAP (2019) se sembraron 518,332 ha de maíz grano, del cual 5,568 ha sufrieron siniestro obteniéndose 700,625 toneladas a nivel estatal, por tanto, el estado se ubicó en el lugar 26 del *ranking* nacional en la producción de maíz, con un rendimiento de 1.4 t/ha, en promedio.

Los niveles de los rendimientos reportados para Oaxaca dan cuenta de niveles bajos de productividad. Los factores más importantes que impactan en la productividad agrícola son el capital humano, el uso y asignación de factores de la producción, el ambiente de negocios en el que se desarrolla la actividad, el comercio y los mercados y la capacidad de innovación (IICA, 2015). Por tanto, el trabajo de PROAGRO Productivo en este estado puede ser de vital importancia para los productores del grano.

En el 2017 el programa trabajó en 54 municipios, logrando una cobertura de 3,705 productores. Para el 2018 hubo una disminución a 48 municipios. El cuadro 11-1 muestra la información acerca de los productores beneficiados, rendimientos y superficie promedio. En este sentido, es notable que, al disminuir el número de municipios, sucede lo mismo con los productores atendidos. Sin embargo, la edad promedio de las personas atendidas se mantiene en ambos años. El rendimiento aumentó 100 kg, el porcentaje de autoconsumo de las familias también

---

<sup>1</sup> Licenciada en Redes Agroalimentarias, Centro Universitario Oriente-Universidad Autónoma Chapingo (CRUO-UACH), correo electrónico: hernandez.cruz.cielo@gmail.com

<sup>2</sup> Maestrante en Ciencias en Estrategia Agroempresarial. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial- Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH), correo electrónico: karen\_trm@hotmail.com

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

disminuyó, aunque sigue siendo notable que la mayoría de los productores únicamente siembran para autoconsumo y no con una orientación hacia el mercado.

Cuadro 11-1. Información general del estado de Oaxaca

| Variable                    | 2017  | 2018  |
|-----------------------------|-------|-------|
| Número de productores       | 3,795 | 3,560 |
| Edad (años)                 | 61    | 61    |
| Superficie promedio (ha)    | 1.47  | 1.56  |
| Rendimiento promedio (t/ha) | 1.1   | 1.2   |
| Autoconsumo promedio (%)    | 81    | 77    |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 11.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Oaxaca

### Dinámica de innovación

En el 2017, en el estado de Oaxaca, se establecieron 13 innovaciones de las cuales los productores practicaban nueve con un porcentaje mayor a 1 %. En la figura 11-1, del lado superior derecho se muestra que la innovación más practicada por los productores es la fertilización con un 30 % y la menos practicada fue mejoradores de suelo, con 2 %. En esta figura también se observan los actores responsables de promover las innovaciones. Es importante destacar que la innovación de análisis de suelo no aparece en el gráfico como una práctica que los productores realizan, sin embargo, para obtener mejores resultados del uso de la fertilización, se debería de considerar esta innovación como complemento a la ya mencionada.

## Redes de innovación en la producción de maíz en México



Figura 11-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Oaxaca y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio "Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH".

Las innovaciones practicadas con un porcentaje mayor a 1 % en 2018, aumentaron a 11, continuando la fertilización en primer lugar, siendo los prestadores de servicios y proveedores de insumos los principales encargados de promoverla (Figura 11-2). En este año, el análisis de suelo aparece con 1 % de adopción por parte de los productores, y fue promovida por prestadores de servicios, no obstante, sigue siendo una cifra bastante baja, comparada con el porcentaje que practica la fertilización, por lo que los asesores técnicos tienen un gran reto dentro del estado para que los productores le den la importancia que requiere esta innovación.

Con relación al nivel de innovación de los productores en ambos años, la figura 11-3 muestra el aumento en este nivel de un año con otro, y se aprecia que aumentó más de tres veces de 2017 a 2018, lo que refleja el trabajo eficiente que los asesores técnicos están realizando en el estado.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)



Figura 11-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Oaxaca y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

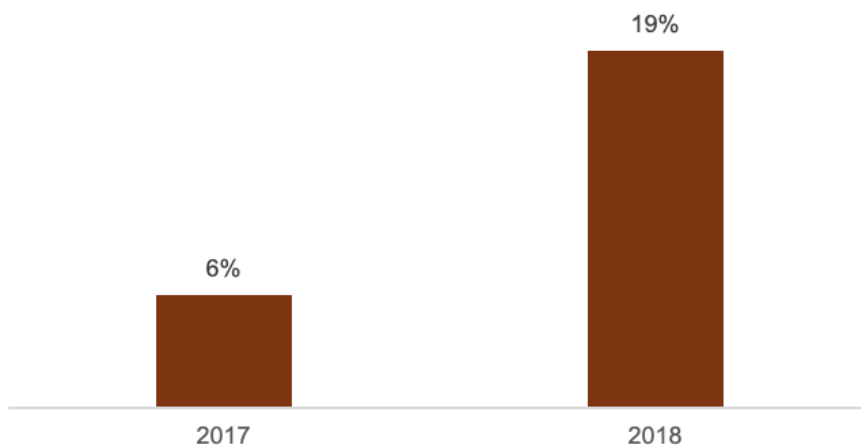


Figura 11-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Oaxaca, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La diversidad de relaciones existentes en el territorio es importante para que los productores tengan acceso a un mayor y más diversificado conocimiento sobre las prácticas que se deben realizar en el cultivo de maíz, dado que cualquier innovación específica resulta de combinar de manera distinta los conocimientos actuales con la ayuda de muchas personas (Björn & Lundvall, 1992).

La figura 11-4 indica que, para 2017 (Figura 11-4a), quienes tenían más influencia dentro de la red eran las Instituciones de gobierno, los PSP y las instituciones de enseñanza e investigación. En 2018 estas instituciones siguen teniendo mayor relevancia, ya que son los actores más consultados dentro de la red (Figura 11-4b), no obstante, la influencia de las instituciones de enseñanza disminuyó.

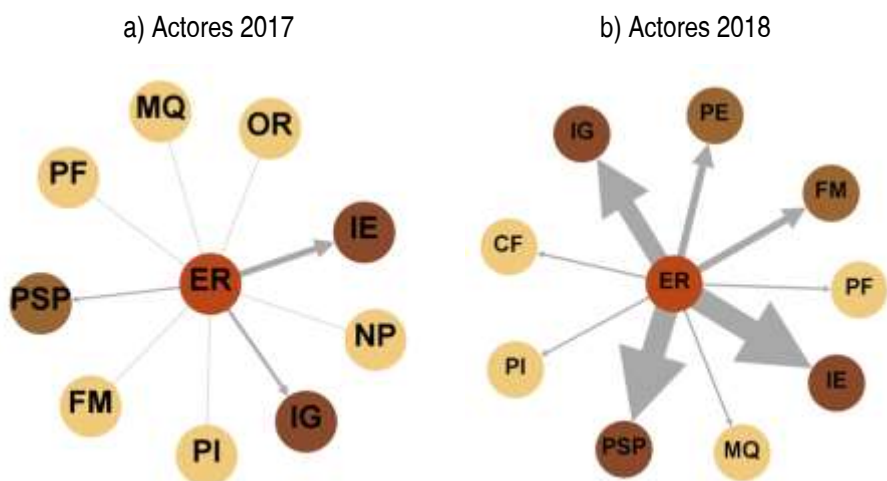


Figura 11-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Oaxaca

Nota: A mayor grosor de la línea indica que el actor es más veces referido como fuente de información.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El cuadro 11-2 muestra indicadores de redes que se calcularon, en él se observa que el número de actores de la red aumentó pese a que los productores disminuyeron, lo que significa que se están relacionando con un mayor número de actores. Por otra parte, el indicador de densidad aumentó un porcentaje poco significativo, lo cual puede explicarse por el aumento de actores de la red; la desviación estándar muestra que estos datos se encuentran distribuidos de manera muy homogénea, ya que son bastante bajos para ambos años. Los índices de centralización muestran que, tanto para 2017 como 2018, existe oferta de información de los actores en la red.

**Cuadro 11-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Oaxaca**

| Indicador                               |                     | 2017  | 2018  |
|-----------------------------------------|---------------------|-------|-------|
| Número de actores de la red             |                     | 3,795 | 3,560 |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.01  | 0.03  |
|                                         | Desviación estándar | 0.01  | 0.01  |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 0.6   | 1.2   |
|                                         | Desviación estándar | 3.99  | 7.03  |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 0.6   | 1.2   |
|                                         | Desviación estándar | 0.77  | 1.12  |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 3     | 2     |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 0.1   | 0.1   |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En la red de actores del estado de Oaxaca se encuentran los actores fuente a quienes se dirigen los productores para obtener información, capacitación, asesoría y referentes de innovación. Los productores juegan el rol de colectores de información. El cuadro 11-3 muestra la cobertura de estos actores. Los resultados indican que, en 2017, con 50 actores fuente se alcanza al 32 % de la red, en contraste, en 2018 con 15 actores se obtiene una cobertura similar. En este sentido, en la figura 11-5 se registran los incrementos marginales con los diferentes números de actores; en ella se visualiza que después de diez actores, las coberturas empiezan a decrecer, por tanto, no es viable invertir en más de diez actores para una estrategia de intervención.

Cuadro 11-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Oaxaca

| Núm. de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |            | Cobertura 2018 (%) |            |
|-------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|                               | Fuentes            | Colectores | Fuentes            | Colectores |
| 3                             | 7                  | 1          | 8                  | 1          |
| 5                             | 11                 | 1          | 12                 | 1          |
| 10                            | 17                 | 1          | 22                 | 2          |
| 15                            | 21                 | 2          | 31                 | 2          |
| 20                            | 23                 | 2          | 37                 | 2          |
| 25                            | 25                 | 3          | 43                 | 3          |
| 30                            | 27                 | 3          | 48                 | 3          |
| 35                            | 28                 | 3          | 53                 | 4          |
| 40                            | 30                 | 4          | 56                 | 4          |
| 45                            | 31                 | 4          | 59                 | 4          |
| 50                            | 32                 | 4          | 59                 | 5          |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

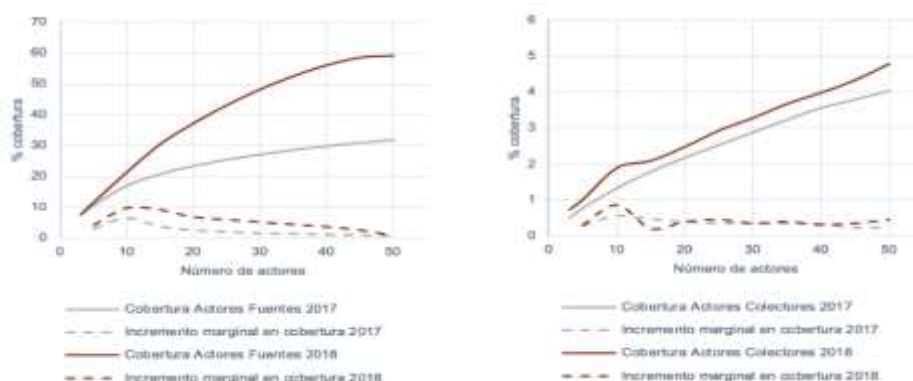


Figura 11-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La figura 11-6 muestra, con base en la identificación óptima, a los actores clave de la red. La mayoría de los actores fuente refieren a los asesores técnicos (PSP) lo que indica que están realizando un buen trabajo, pues son reconocidos por los productores como fuentes de información.

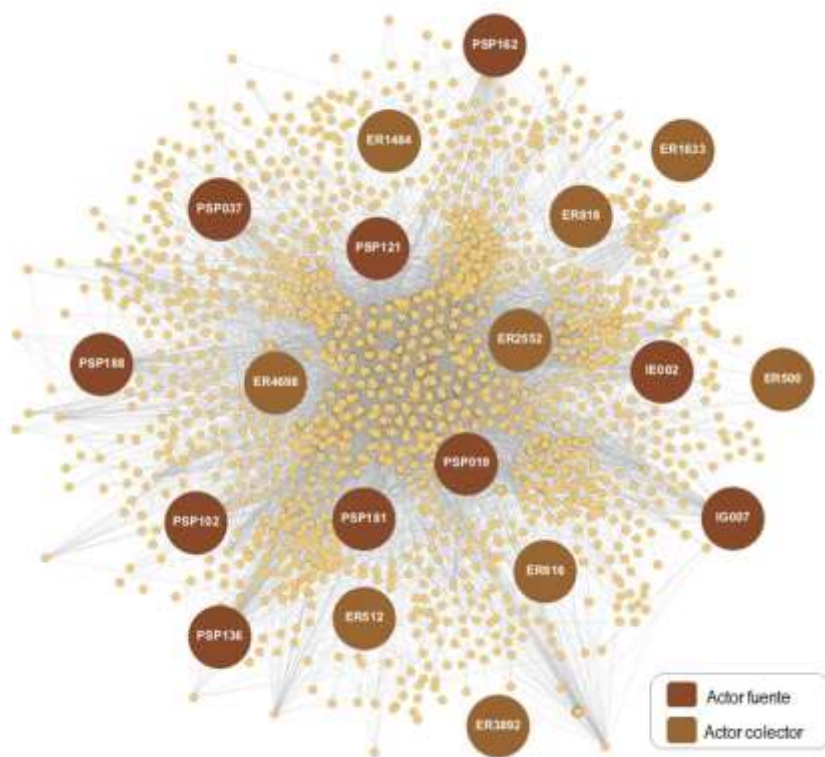


Figura 11-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Oaxaca

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

### 11.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018

Para estimar si existían diferencias significativas entre ambos años, se analizaron a los productores atendidos tanto en 2017 como 2018, con lo cual se generó una muestra de 2,025 productores. El cuadro 11-4 muestra las estadísticas descriptivas de las variables analizadas.

Cuadro 11-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz ProAgro 2017 y 2018 del estado de Oaxaca

| Variable<br>n=186  | Media |      | Desviación<br>estándar |       | Coeficiente<br>de variación |         | Significancia |
|--------------------|-------|------|------------------------|-------|-----------------------------|---------|---------------|
|                    | 2017  | 2018 | 2017                   | 2018  | 2017                        | 2018    |               |
| Superficie (ha)    | 1.5   | 1.5  | 1.08                   | 1.11  | 72                          | 74      | 0.310         |
| Rendimiento (t/ha) | 1     | 1    | 1.02                   | 0.91  | 102                         | 91      | 0.630         |
| InAI (%)           | 14    | 20   | 7.56                   | 8.24  | 54                          | 41.2    | 0.000         |
| Integración (%)    | 0.002 | 1.01 | 0.03                   | 32.06 | 1500                        | 3174.25 | 0.150         |
| Radialidad (%)     | 0.02  | 0.04 | 0.022                  | 0.031 | 110                         | 77.5    | 0.000         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Las únicas variables que mostraron diferencias estadísticamente significativas son el InAI y la radialidad, lo cual quiere decir que entre más tengan acceso los productores a los recursos disponibles en la red, más aumentan su nivel de innovación, aunque la desviación estándar muestra que el InAI para el caso de 2018, puede aumentar o disminuir un 8 % respecto a la media.

Dado que el rendimiento es una de las principales variables que se busca mejorar en todo proceso de intervención, se realizó la clasificación de los actores de acuerdo con los rendimientos que obtienen para que el análisis fuera homogéneo, obteniéndose de esta manera tres grupos con los productores que reportaron como mínimo 1 t/ha para el 2018. La figura 11-7 muestra esta distribución. Es importante recalcar que, en el estado, la mayoría se encuentra en el grupo con rendimientos bajos, lo

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

que podría indicar que la mayor parte de los productores son de auto-consumo. Además, son pocos los productores que alcanzan rendimientos superiores a 5 t/ha, y hasta un máximo de 8 t/ha.

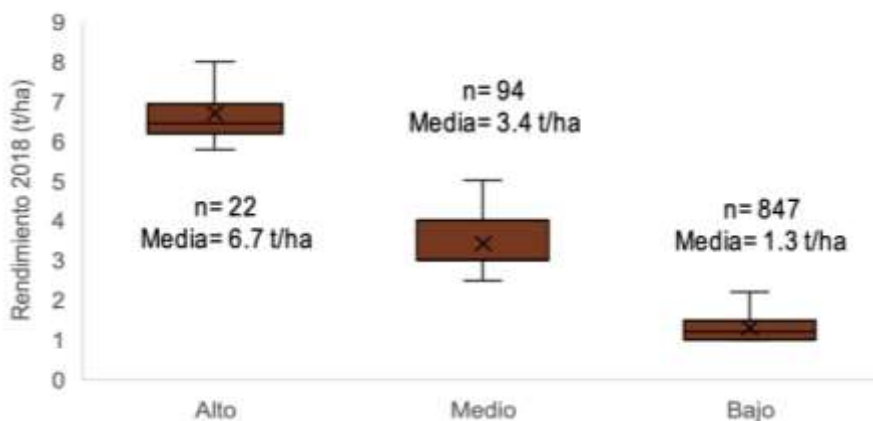


Figura 11-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Oaxaca de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Con base en la clasificación anterior, el cuadro 11-5 muestra las diferencias encontradas en las variables que se han venido analizando. Aquí se aprecia que los cambios que se dan entre cada grupo en sus rendimientos si es significativo; sobre todo, los productores del grupo de rendimientos altos. También se observa que todos los grupos aumentaron su índice de innovaciones y su radialidad en la red.

Hasta ahora se ha visto que los valores de los rendimientos tuvieron cambios significativos en los momentos de análisis, por tal motivo se propuso un modelo de regresión lineal para identificar si el nivel de innovación, la edad del productor, la integración y radialidad en la red tienen algún impacto en los valores obtenidos. En este sentido, el cuadro 11-6 muestra que el 7 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por

las variables independientes, de las cuales el nivel de innovación y la radialidad e integración que presentan los productores tienen un impacto estadísticamente significativo en éste.

Cuadro 11-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Oaxaca

| Variables          | Bajo               |                    | Medio             |                   | Alto              |                   |
|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | 2017               | 2018               | 2017              | 2018              | 2017              | 2018              |
| Rendimiento (t/ha) | 1.2 <sup>b</sup>   | 1.3 <sup>a</sup>   | 1.8 <sup>b</sup>  | 3.4 <sup>a</sup>  | 1.8 <sup>b</sup>  | 6.68 <sup>a</sup> |
| InAI (%)           | 8 <sup>b</sup>     | 19 <sup>a</sup>    | 13 <sup>b</sup>   | 26 <sup>a</sup>   | 15 <sup>b</sup>   | 25 <sup>a</sup>   |
| Integralidad (%)   | 0.004 <sup>b</sup> | 0.006 <sup>a</sup> | 0.01 <sup>a</sup> | 0.03 <sup>a</sup> | 0.01 <sup>a</sup> | 0.01 <sup>a</sup> |
| Radialidad (%)     | 0.02 <sup>b</sup>  | 0.05 <sup>a</sup>  | 0.03 <sup>b</sup> | 0.07 <sup>a</sup> | 0.04 <sup>b</sup> | 0.07 <sup>a</sup> |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Cuadro 11-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Oaxaca en los rendimientos obtenidos en 2018.

| n=962                         | b     | Error estándar | Significancia |
|-------------------------------|-------|----------------|---------------|
| Intercepto                    | 1.27  | 0.182          | 0.000         |
| Edad                          | 0.003 | 0.003          | 0.302         |
| InAI                          | 0.009 | 0.004          | 0.033         |
| Integralidad                  | 1.10  | 0.474          | 0.021         |
| Radialidad                    | 6.24  | 1.17           | 0.000         |
| <b>p de F</b>                 | 18.14 |                | 0.000         |
| <b>R<sup>2</sup></b>          | 0.070 |                |               |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b> | 0.067 |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El cuadro 11-7 muestra la regresión con todas las innovaciones que se realizaron en el estado, donde también se aprecia que el 8 % de la

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

variabilidad en los rendimientos se da por la práctica del subsoleo, siembra directa, micronutrientes, uso de maíz mejorado MasAgro y el uso de feromonas.

**Cuadro 11-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Oaxaca en los rendimientos obtenidos en 2018**

| <b>n=962</b>                  | <b>b</b> | <b>Error estándar</b> | <b>Significancia</b> |
|-------------------------------|----------|-----------------------|----------------------|
| Intercepto                    | 1.32     | 0.07                  | 0.000                |
| Subsoleo                      | 0.29     | 0.12                  | 0.022                |
| Camas permanentes             | 0.56     | 0.73                  | 0.442                |
| Siembra directa               | 0.27     | 0.09                  | 0.005                |
| Poscosecha                    | 0.20     | 0.07                  | 0.005                |
| Análisis de suelo             | 0.34     | 0.23                  | 0.145                |
| Análisis foliar               | -0.52    | 0.47                  | 0.263                |
| Fertilización                 | 0.05     | 0.07                  | 0.525                |
| Micronutrientes               | 0.45     | 0.10                  | 0.000                |
| Composta                      | -0.08    | 0.07                  | 0.290                |
| Mejoradores                   | -0.24    | 0.15                  | 0.108                |
| Micorrizas                    | -0.16    | 0.10                  | 0.102                |
| Maíz mejorado MasAgro         | 0.21     | 0.07                  | 0.007                |
| Feromonas                     | 0.40     | 0.11                  | 0.000                |
| <b>p de F</b>                 | 6.88     |                       | 0.000                |
| <b>R<sup>2</sup></b>          | 0.086    |                       |                      |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b> | 0.074    |                       |                      |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACh”.

## 11.4 Conclusiones y recomendaciones

En el estado de Oaxaca, los productores que recibieron acompañamiento técnico en 2017 y 2018 aumentaron positivamente sus rendimientos, lo cual se pudo constatar con la partición de grupos de rendimiento. Además, se corroboró que entre mayor acceso tengan a los recursos disponibles en la red, mayor será el impacto de manera positiva en su nivel de innovación y, consecuentemente, en los rendimientos obtenidos. Por tanto, se recomienda que los futuros asesores técnicos den seguimiento continuo a los productores y que no cambien su padrón de

beneficiarios de un año a otro, ya que así se puede analizar el impacto que se está obteniendo e identificar cuáles son las prácticas que dan impactos positivos y cuáles negativos.

Es importante tomar en cuenta que, del grupo de innovaciones planteadas para el estado, cinco tienen mayor impacto y, por ende, son las que se deben de trabajar con todo el grupo; sin embargo, estas innovaciones muestran adopciones bajas por parte de los productores. También se debe hacer énfasis en las innovaciones que muestran focos rojos para saber por qué no se tiene el impacto esperado, o qué es lo que están implementado mal y trabajar en la vinculación entre los grupos de productores, ya que el grupo con altos rendimientos es el que cuenta con el menor número de productores, y si éstos intercambian experiencias sobre las prácticas que les generan mayores rendimientos con los otros grupos de productores, los incentivarán a que adopten prácticas con resultados positivos.

## Capítulo 12. Puebla. Síntesis de resultados

HOLANDA MARTÍNEZ MARTÍNEZ<sup>1</sup>

BEY JAMELYD LÓPEZ TORRES<sup>2</sup>

### 12.1 Información general

De acuerdo con información de SIAP (2019), el estado de Puebla en 2017 se destacó con la producción de 1,027,726 t de maíz, la cual representó el 3.7 % de la producción total, ubicándolo en el décimo lugar del *ranking* nacional. Además, la producción en el estado presenta un rendimiento promedio de 2 t/ha, el cual se encuentra por debajo de la media nacional (3.8 t/ha). A pesar del bajo rendimiento, Puebla es uno de los estados clave para la producción de maíz, ya que con 525,109 ha sembradas con maíz, ocupa el quinto lugar a nivel nacional en superficie sembrada, después de Chiapas, Jalisco, Veracruz y Sinaloa.

Los datos utilizados para el análisis provienen de encuestas realizadas por PROAGRO Productivo directamente a los productores en las diferentes regiones del estado de Puebla. El universo de estudio incluye información de 132 localidades en 29 municipios, con una cobertura de 2,223 productores encuestados durante el 2017. Para el 2018, correspondió a 117 localidades en 31 municipios y una cobertura de 2,249 productores (Cuadro 12-1). Se obtuvo información de datos generales del productor, datos del cultivo, fuentes de innovación para realizar nuevas prácticas agrícolas y datos de comercialización. En el cuadro 12-1 se observa que el porcentaje de autoconsumo se mantuvo del periodo 2017 al 2018, mientras que el nivel de innovación incrementó pasando de 8 a 11 %, lo cual se ve reflejado en el incremento del número de actores referidos (de 705 a 878).

---

<sup>1</sup> Maestrante en Ciencias en Estrategia Agroempresarial. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH), correo electrónico: poloismael760@gmail.com

<sup>2</sup> Doctora en Problemas Económico-Agroindustriales, CIESTAAM-UACH; correo electrónico: bey.jamelyd@gmail.com

**Cuadro 12-1. Información general del estado de Puebla**

| Variable                 | 2017  | 2018  |
|--------------------------|-------|-------|
| Número de productores    | 2,223 | 2,249 |
| Edad (años)              | 60    | 61    |
| Rendimiento (t/ha)       | 2.3   | 2.6   |
| Superficie promedio (ha) | 2.3   | 2.2   |
| Autoconsumo promedio (%) | 63    | 64    |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## **12.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Puebla**

### **Dinámica de innovación**

En el mapeo de la Red de Innovación de Puebla se identificó la tasa de adopción de las 15 innovaciones que promovió PROAGRO Productivo en 2017 y 2018. De las 15 innovaciones promovidas en 2017, fueron adoptadas 13 por parte de los productores. La figura 12-1 muestra estas innovaciones, comenzando con las más adoptadas, y los principales actores que están promoviendo cada innovación. Así, por ejemplo, la innovación más practicada para ese año fue la de fertilización, con 77 % de adopción, y se observa a los principales actores de quienes la aprendieron los productores.

La figura 12-2 muestra las 13 innovaciones que más se practicaron en 2018; en ella se aprecia que la fertilización continuó siendo la innovación más adoptada en el estado de Puebla.



Figura 12-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Puebla y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

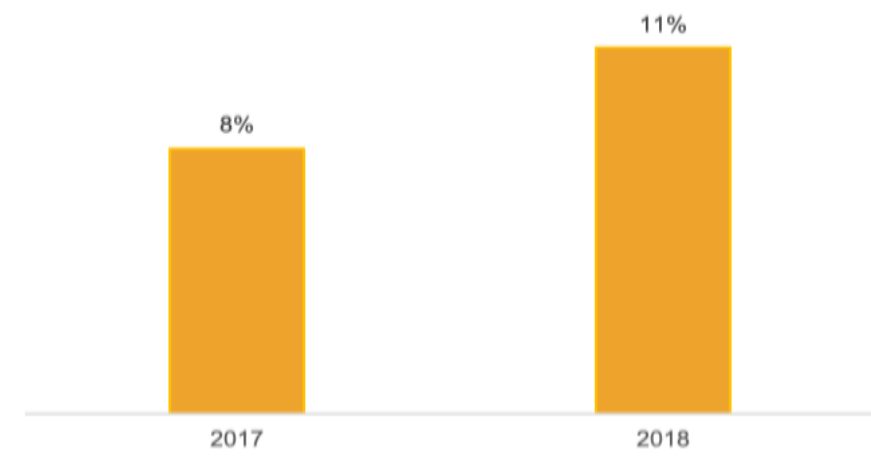


Figura 12-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Puebla y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

De 2017 a 2018, el número de innovaciones practicadas por más del 1 % de los productores y la Tasa de Adopción de Innovaciones (TAI) incrementaron de manera significativa. En 2018, los productores practicaban más innovaciones y cada una de ellas fue ejercida por una mayor cantidad de productores respecto a 2017.

Con respecto al nivel de innovación de los productores, la figura 12-3 muestra que en 2017 los productores realizaban, en promedio, el 8 % de las innovaciones recomendadas por PROAGRO Productivo, y en 2018 incrementaron su nivel de adopción en más de 2 puntos porcentuales, realizando en promedio el 11 % de las innovaciones recomendadas.



**Figura 12-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Puebla, 2017 y 2018**

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## **Red de innovación**

Dentro de una red existen relaciones entre actores y estas pueden ser más o menos fuertes, lo cual está en función del número de referencias que reciben de los principales actores: los productores. La figura 12-4 indica que a mayor grosor de las flechas más fuerte es la relación que

existe de la empresa rural con ese tipo de actores. Durante el 2017 (12-4a) los productores tuvieron relaciones con 14 tipos de actores distintos, quienes tuvieron gran influencia dentro de la red fueron los proveedores de servicios financieros y, en menor grado de influencia, las organizaciones de productores y los centros de acopio. Mientras que en 2018 (12-4b) los productores tuvieron relaciones con 16 tipos de actores distintos, de los cuales los que siguen incidiendo principalmente dentro de la red son los familiares, proveedores de insumos, proveedores de servicios profesionales, maquiladores y otros productores. Los esfuerzos de los extensionistas van de acuerdo con lo señalado por Solleiro Rebolledo et al. (2017), quienes señalan al extensionismo como uno de los mecanismos más efectivos para facilitar el acceso de los actores del campo a conocimientos y tecnologías de alto valor; impulsar su interacción con organismos dedicados a la investigación, enseñanza, agroindustria y otros, así como favorecer los procesos de transferencia de tecnología e innovación para fomentar la competitividad del sector.

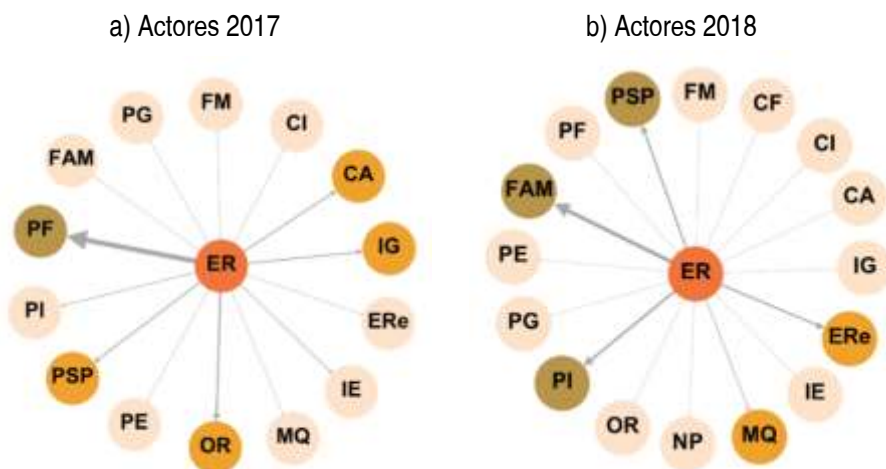


Figura 12-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Puebla

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Derivado del análisis de la red de los productores a quienes se preguntó ¿De quién aprende las innovaciones? se generó el siguiente cuadro que expone las diferencias en los indicadores de las redes, de 2017 a 2018.

El cuadro 12-2 indica que en la red general de 2017 a 2018 los actores incrementaron 7 %, la densidad también incrementó 33 %, la desviación estándar de este indicador, en 2017, fue menor que en 2018. Aunque el valor de la densidad pareciera ser bajo, coincide con lo reportado en otras investigaciones en las que la densidad no supera el 4 % (Rodríguez et al., 2016; Muñoz-Rodríguez et al., 2007; Roldán-Suárez, Rendón-Medel & Camacho, 2018). Los grados de entrada y de salida incrementaron 40 % indicando que la red de 2018 es más dinámica que en 2017, la desviación de los datos es mayor en 2018 que en el año inmediato anterior.

**Cuadro 12-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Puebla**

| Indicador                               |                     | 2017  | 2018  |
|-----------------------------------------|---------------------|-------|-------|
| Número de actores de la red             |                     | 2,928 | 3,127 |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.04  | 0.25  |
|                                         | Desviación estándar | 0.01  | 0.04  |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 0.03  | 0.24  |
|                                         | Desviación estándar | 0.16  | 1.58  |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 0.03  | 0.24  |
|                                         | Desviación estándar | 0.03  | 0.17  |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 3.11  | 2.71  |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 0.14  | 0.18  |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El índice de centralización de entrada disminuyó 12 %, lo que indica que los actores que antes centralizaban la red por ser fuente de información perdieron fuerza en 2018, mientras que el índice de centralización de salida incrementó 30 %, los productores preguntan más de lo que lo

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

hacían en 2017, lo cual es favorable para el aprendizaje y colaboración de los actores.

En procesos de transferencia de tecnología es útil conocer quiénes son los actores clave que pueden ayudar a hacer más eficiente la difusión de innovaciones. El cuadro 12-3 muestra la cobertura de la red calculada para diferente número de actores (de 3 hasta 50), así como el incremento marginal en la cobertura derivado del cambio en el número de actores clave (Figura 12-5). De igual manera, en el cuadro 12-3 se resaltan las celdas en las que se encuentra la mayor eficiencia por tipo de actor y año. En 2017 y 2018, con 10 actores clave fuentes de información, se tenía la mayor eficiencia, ya que la cobertura fue de 18 % y 22 %, respectivamente. Para el caso de los actores colectores, en el mismo periodo la mayor eficiencia se obtuvo con 10 actores clave, con quienes se alcanzaron coberturas de 2 %.

**Cuadro 12-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Puebla**

| Número de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |            | Cobertura 2018 (%) |            |
|---------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|                                 | Fuente             | Colectores | Fuente             | Colectores |
| 3                               | 8.54               | 0.82       | 8.48               | 0.92       |
| 5                               | 12.07              | 1.30       | 13.22              | 1.34       |
| 10                              | 17.88              | 2.29       | 22.10              | 2.24       |
| 15                              | 21.66              | 3.02       | 29.27              | 3.05       |
| 20                              | 24.89              | 3.61       | 34.98              | 3.79       |
| 25                              | 27.04              | 4.13       | 39.10              | 4.44       |
| 30                              | 28.81              | 4.65       | 41.94              | 5.03       |
| 35                              | 30.31              | 5.04       | 44.08              | 5.53       |
| 40                              | 31.64              | 5.40       | 45.87              | 6.02       |
| 45                              | 32.88              | 5.75       | 47.33              | 6.52       |
| 50                              | 33.94              | 6.11       | 48.61              | 7.02       |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La comparación de las coberturas con diferente número de actores permite identificar el número óptimo de éstos que puede participar en una estrategia de difusión de innovaciones para invertir la menor cantidad de recursos y obtener el mayor alcance de la red.

La figura 12-5 muestra que 10 actores es el tamaño óptimo que considerar para obtener el mayor alcance de la red; es el número de actores con los que se tiene el mayor incremento marginal en todos los casos, con actores fuente, y con actores colectores, en 2017 y 2018. A partir de ese punto, el cambio marginal es negativo.

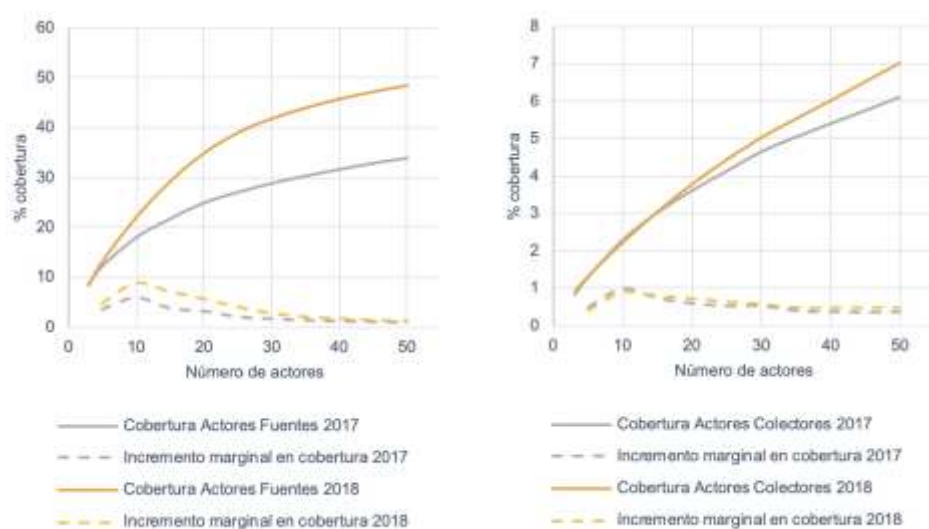


Figura 12-5. Comparación de cobertura de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio "Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH".

Con base en la identificación del número eficiente en la selección de actores clave, es decir, empleando criterios de cercanía y focalización, se pueden obtener incrementos de la cobertura de los agentes de

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

cambio, como lo demuestran López et al. (2016). En la figura 12-6 se muestra a los 10 actores clave fuentes y 10 actores clave colectores de la red de innovación. Asimismo, se observa que el 70 % de los actores fuente son PSP. Con respecto a los actores colectores, todos son productores que formaron parte de la población objetivo del programa.

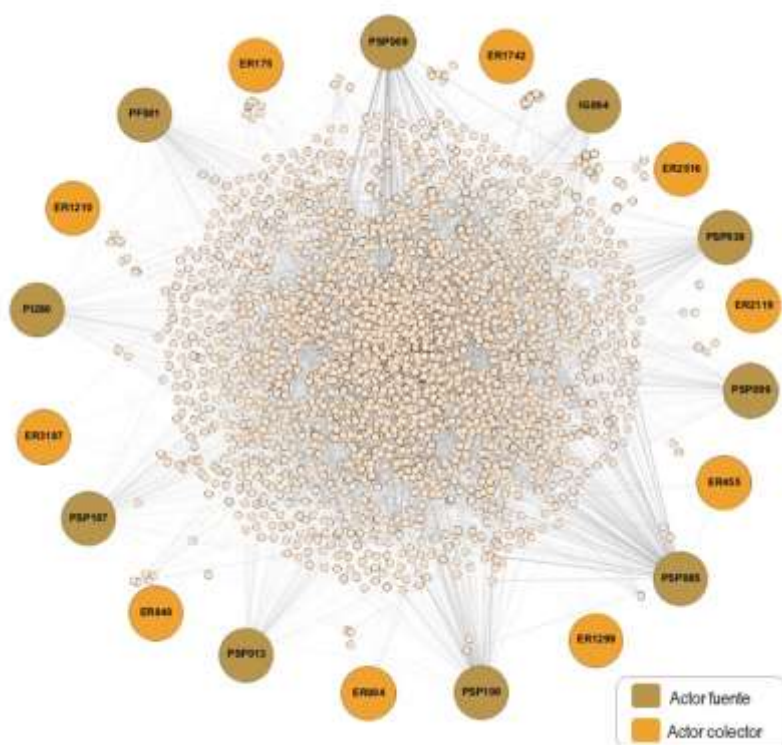


Figura 12-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Puebla

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 12.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018

Para estimar las diferencias significativas de las variables entre un año y otro, se analizaron a los productores de manera paralela, resultando una muestra de 1,222 que fueron entrevistados en 2017 y 2018. El cuadro 12-4 registra las estadísticas descriptivas de estos productores; la mayoría de las variables presentaron una diferencia altamente significativa de 2017 a 2018, excepto la integración, en la que no se observaron cambios.

**Cuadro 12-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Puebla**

| Variable           | Media |       | Desviación estándar |      | Coeficiente de variación |        | Significancia |
|--------------------|-------|-------|---------------------|------|--------------------------|--------|---------------|
|                    | 2017  | 2018  | 2017                | 2018 | 2017                     | 2018   |               |
| Superficie (ha)    | 2.5   | 2.3   | 2.2                 | 2.0  | 88.00                    | 86.96  | 0.000         |
| Rendimiento (t/ha) | 2.4   | 2.5   | 1.8                 | 2.2  | 75.00                    | 88.00  | 0.007         |
| InAI (%)           | 9     | 13    | 6.9                 | 8.9  | 76.67                    | 68.46  | 0.000         |
| Integración (%)    | 0.004 | 0.004 | 0.02                | 0.03 | 500.00                   | 750.00 | 0.403         |
| Radialidad (%)     | 0.04  | 0.06  | 0.03                | 0.04 | 75.00                    | 66.67  | 0.000         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La superficie sembrada con maíz pasó de 2.5 a 2.3 ha, lo cual representó una disminución del 8 %; el rendimiento incrementó 4 %, el nivel de innovación de los productores fue el que más incrementó (48 %), el indicador de integración no presentó cambios, mientras que el indicador de radialidad incrementó un 50 %. El incremento de radialidad es resultado de la búsqueda de información con actores distintos por parte de nuevos productores.

Dado que el rendimiento es una variable que se ve como el resultado del proceso de intervención de PROAGRO Productivo, se realizó una clasificación de los productores con base en el rendimiento obtenido

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

en 2018, por lo que se consideraron sólo a los productores que obtuvieron un rendimiento mínimo de 1 t/ha, lo que resultó en una muestra de 942 productores (Figura 12-7).

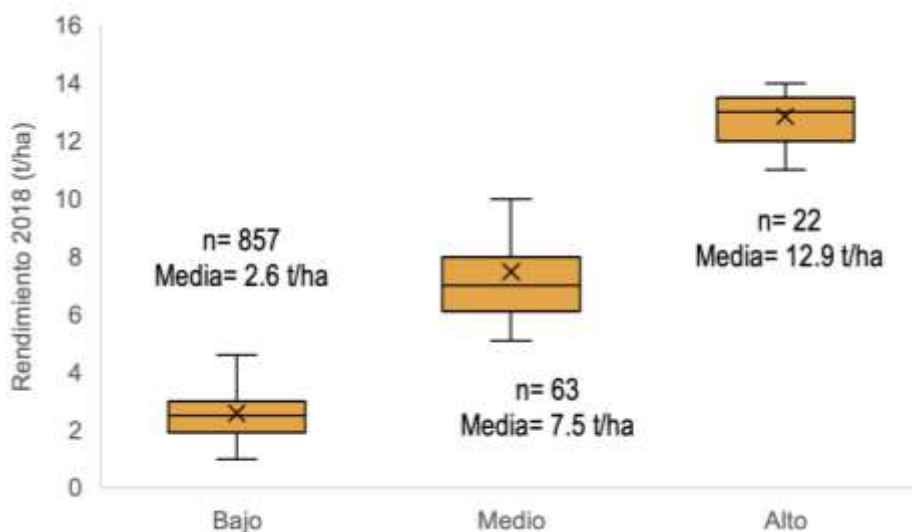


Figura 12-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Puebla de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En Puebla, el grupo de productores con rendimientos bajos es el más grande, en él se encuentra el 91 % de los productores; en el grupo de rendimientos medios, el 7 %, y en el de rendimientos altos, el 2 %. En el grupo de rendimientos bajos el promedio es de 2.6 t/ha; sin embargo, los productores de este grupo tienen rendimientos que van de 1 a 4.6 t/ha. En el grupo de rendimientos medios el promedio es de 7.5 t/ha, no obstante, los productores de este grupo tienen rendimientos que oscilan entre 5.1 y 10 t/ha. El grupo de rendimientos altos reporta 12.9 t/ha, pero los productores de este grupo registran rendimientos que van de 11 a 14 t/ha.

A partir de esta caracterización, a continuación, se analizan los cambios en los grupos de productores de 2017 a 2018 (Cuadro 12-5), periodo en el que se observan cambios significativos en la mayoría de las variables:

- El rendimiento incrementó de manera significativa en los tres grupos.
- El nivel de innovación de los productores incrementó de manera significativa en los tres grupos, lo que demuestra que todos los productores incrementaron la adopción de las innovaciones promovidas por el programa PROAGRO Productivo en 2018, reflejando pertinencia del programa en los tres grupos.
- El indicador de integración se mantuvo igual en el grupo de bajos rendimientos, pero incrementó en los grupos conjuntos de rendimientos medios y altos; sin embargo, estos cambios no fueron significativos.
- Los productores dejan de ser fuente de información para los otros productores de rendimientos bajos, por lo que disminuye su alcance; este comportamiento va ligado a la última aseveración.
- Los productores tienden a buscar información en fuentes diversas que les otorguen mayor calidad; el indicador de radialidad incrementó de manera significativa en el grupo de rendimientos bajos. En el grupo de rendimientos medios también registró incremento, y en el de rendimientos altos disminuyó, aunque estos últimos no fueron significativos. En general, se observa mayor nivel de radialidad que de integración en los grupos de productores, este resultado coincide con lo reportado por Aguilar-Gallegos et al., 2016a con productores de hule.

Hasta ahora se ha observado que los valores de los rendimientos mostraron cambios significativos en los análisis, por tal motivo se propuso un modelo de regresión lineal para identificar si el nivel de innovación, la edad del productor, su integración y la radialidad en la red tienen algún impacto en los valores obtenidos. Damián et al. (2007) identificaron que existe relación directa entre el nivel de adopción de tecnología y los rendimientos de productores de maíz en el estado de Tlaxcala. El

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

cuadro 12-6 muestra que 12 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por las variables independientes.

**Cuadro 12-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Puebla**

| Variables          | Bajo               |                    | Medio              |                    | Alto               |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                    | 2017               | 2018               | 2017               | 2018               | 2017               | 2018               |
| Rendimiento (t/ha) | 2.5 <sup>b</sup>   | 2.6 <sup>a</sup>   | 6.2 <sup>b</sup>   | 7.5 <sup>a</sup>   | 6.6 <sup>b</sup>   | 12.9 <sup>a</sup>  |
| InAI (%)           | 9 <sup>b</sup>     | 13 <sup>a</sup>    | 12 <sup>b</sup>    | 19 <sup>a</sup>    | 9 <sup>b</sup>     | 25 <sup>a</sup>    |
| Integración (%)    | 0.004 <sup>a</sup> | 0.004 <sup>a</sup> | 0.006 <sup>b</sup> | 0.018 <sup>b</sup> | 0.000 <sup>a</sup> | 0.022 <sup>a</sup> |
| Radialidad (%)     | 0.042 <sup>b</sup> | 0.063 <sup>a</sup> | 0.055 <sup>a</sup> | 0.056 <sup>a</sup> | 0.047 <sup>a</sup> | 0.045 <sup>a</sup> |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

**Cuadro 12-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Puebla en los rendimientos obtenidos en 2018**

| n=942                         | b      | Error estándar | Significancia |
|-------------------------------|--------|----------------|---------------|
| Intercepto                    | 2.561  | 0.388          | 0.0000        |
| Edad                          | -0.005 | 0.005          | 0.3730        |
| InAI                          | 0.073  | 0.007          | 0.0000        |
| Integración                   | 5.473  | 2.032          | 0.0070        |
| Radialidad                    | -2.493 | 1.616          | 0.1230        |
| <b>p de F</b>                 | 26.005 |                | 0.000         |
| <b>R<sup>2</sup></b>          | 0.12   |                |               |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b> | 0.116  |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Los resultados muestran que, en el estado de Puebla, en 2018, el rendimiento de los productores que colaboraron con el programa PRO-AGRO Productivo dependió del nivel de innovación del productor y de su capacidad para ser fuente de información de otros productores.

Para identificar cuáles son las innovaciones que influyen en el rendimiento de los productores de maíz en Puebla, se propuso un modelo de regresión lineal en el que la variable dependiente es el rendimiento de maíz y las variables independientes son las innovaciones promovidas por el programa PROAGRO Productivo en 2018. El cuadro 12-7 muestra que el 50 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por las innovaciones implementadas. Las innovaciones significativas en el estado fueron: subsoleo, siembra directa con sembradora de precisión, poscosecha, análisis de suelo, micronutrientes, maíz mejorado MasAgro, feromonas y tratamiento de semillas. Se observa que todas las innovaciones son de proceso (OCDE, 2005) cuando deberían implementarse también innovaciones organizativas para fortalecer a los productores y fomentar la permanencia a largo plazo de las primeras.

**Cuadro 12-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Puebla en los rendimientos obtenidos en 2018**

| n=942                             | b      | Error estándar | Significancia |
|-----------------------------------|--------|----------------|---------------|
| Intercepto                        | 2.32   | 0.209          | 0.000         |
| Subsoleo                          | 2.96   | 0.21           | 0.000         |
| Camas permanentes                 | 1.326  | 0.706          | 0.061         |
| Siembra directa                   | 0.444  | 0.216          | 0.040         |
| Poscosecha                        | -0.418 | 0.147          | 0.005         |
| Análisis de suelo                 | 0.551  | 0.243          | 0.023         |
| Análisis foliar                   | -0.886 | 0.533          | 0.097         |
| Fertilización                     | 0.194  | 0.207          | 0.348         |
| Micronutrientes                   | 0.361  | 0.143          | 0.012         |
| Composta                          | -0.109 | 0.134          | 0.416         |
| Mejoradores de suelo              | -0.306 | 0.375          | 0.415         |
| Micorrizas                        | -0.016 | 0.26           | 0.951         |
| Maíz mejorado MasAgro             | 2.3    | 0.186          | 0.000         |
| Semillas mejoradas frijol y avena | -0.696 | 0.382          | 0.069         |
| Feromonas                         | 1.631  | 0.319          | 0.000         |
| Tratamiento de semillas           | 1.574  | 0.272          | 0.000         |
| p de F                            | 64.72  |                | 0.000         |
| R <sup>2</sup>                    | 0.512  |                |               |

| n=942                   | b     | Error estándar | Significancia |
|-------------------------|-------|----------------|---------------|
| R <sup>2</sup> ajustado | 0.504 |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH.

## 12.4 Conclusiones y recomendaciones

La Red de Innovación de productores de maíz atendidos, es una red consolidada. De 2017 a 2018 mostró cambios significativos positivos en cuanto al tamaño de la red, nivel de innovación de los productores, rendimiento, diversidad y calidad de fuentes de conocimiento e indicadores de estructura de la red.

La estructura de la Red de Innovación cambió de 2017 a 2018, registrándose mayor presencia de actores y mayor cantidad y fortaleza de las relaciones de aprendizaje. Los productores fortalecen sus vínculos de aprendizaje y colaboración con los distintos tipos de actores presentes en el estado. La madurez en la que se encuentra esta red permite que la innovación se difunda con mayor facilidad al resto de productores, ya que los cambios en rendimiento son más evidentes y atractivos.

Los productores atendidos consultan más de lo que son consultados; además, la red a la que pertenecen se descentraliza, esto quiere decir que las fuentes de información no son siempre las mismas, y los productores tienen la necesidad de buscar nuevas fuentes de conocimiento.

Es necesario que asesores técnicos de futuras intervenciones continúen con la promoción de innovaciones que los productores del estado de Puebla requieren para satisfacer sus necesidades, cuidando los principios de sustentabilidad del territorio, y que favorezcan el relacionamiento de los productores a favor de la difusión de los beneficios que la adopción de innovaciones sustentables les ha generado.

Se recomienda que los futuros asesores técnicos utilicen los resultados presentados en este capítulo para continuar con su labor de extensión y colaboración con los productores.

## Capítulo 13. Querétaro. Síntesis de resultados

JUDITH CALDERÓN CABRERA<sup>1</sup>  
NÉSTOR RAFAEL MANJARREZ MARTÍNEZ<sup>1</sup>  
BEY JAMELYD LÓPEZ TORRES<sup>2</sup>

### 13.1 Información general

En 2017, el estado de Querétaro ocupó el décimo sexto lugar en cuanto a los mejores rendimientos en maíz grano y décimo noveno en la producción y valor que aportan para el mismo producto (SIAP, 2019). En el periodo de 2017 a 2018 operó el programa PROAGRO Productivo y durante el primer año tuvo una cobertura en seis municipios atendiendo a 590 productores, cifra que en el 2018 incrementó a 733 productores en nueve municipios. Los impactos generados a través de la asistencia técnica que se brindó se muestran en el cuadro 13-1. Si bien el rendimiento disminuyó en 2018, el nivel de innovación incrementó considerablemente para el mismo año, justificando en el corto plazo la disminución de rendimiento.

Por otra parte, la superficie promedio se mantuvo constante mientras que el número de actores referidos por los productores incrementó, por lo que el estado cuenta con más personas de las que se está aprendiendo. Otra característica importante del estado es que incrementó su autoconsumo de maíz, destinando en 2018, un promedio de 83 % de la producción total estatal, 18 % más respecto al año anterior.

---

<sup>1</sup> Maestranter en Ciencias en Estrategia Agroempresarial. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH), correo electrónico: judic\_532@hotmail.com

<sup>2</sup> Doctora en Problemas Económico-Agroindustriales. CIESTAAM-UACH; correo electrónico: bey.jamelyd@gmail.com

**Cuadro 13-1. Información general del estado de Querétaro**

| Variable                    | 2017 | 2018 |
|-----------------------------|------|------|
| Número de productores       | 590  | 733  |
| Edad (años)                 | 63   | 62   |
| Superficie promedio (ha)    | 1.4  | 1.1  |
| Rendimiento promedio (t/ha) | 2.8  | 2.8  |
| Autoconsumo promedio (%)    | 65   | 83   |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## **13.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Querétaro**

### **Dinámica de innovación**

En el mapeo de la Red de Innovación de Querétaro se identificó la tasa de adopción de las innovaciones que promovió PROAGRO Productivo en 2017 y 2018. La figura 13-1 muestra las innovaciones que practicaban los productores en 2017, sólo cuatro innovaciones se practicaban por más del 7 % de los productores. Las más practicadas fueron fertilización, subsoleo, feromonas y composta ejercidas por el 51, 9, 8 y 7 %, respectivamente. En el ciclo 2017 se promovieron 18 innovaciones en el estado, de las cuales sólo 14 fueron adoptadas por los productores como se aprecia en la figura 13-1. En el diagrama se visualiza el tipo de innovación y los actores que la promovieron; se observa que los productores hacen referencia a los prestadores de servicios profesionales como fuentes de conocimiento de dichas innovaciones.

La figura 13-2 registra las innovaciones practicadas en 2018; en ese año se promovieron 20 innovaciones, de las cuales los productores practicaron 12. Cabe resaltar que las tres innovaciones más implementadas por los productores en los dos años fueron fertilización, subsoleo y feromonas, además, de 2017 a 2018, la poscosecha y el análisis de suelo incrementaron considerablemente su tasa de adopción.



Figura 13-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Querétaro y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio "Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH".



Figura 13-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Querétaro y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio "Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH".

Con respecto al nivel de innovación de los productores, la figura 13-3 muestra un incremento de un punto porcentual en el promedio de innovaciones practicadas respecto al total promovidas por PROAGRO Productivo. Resalta que el nivel de innovación de los productores de Querétaro es de los más bajos a escala nacional.

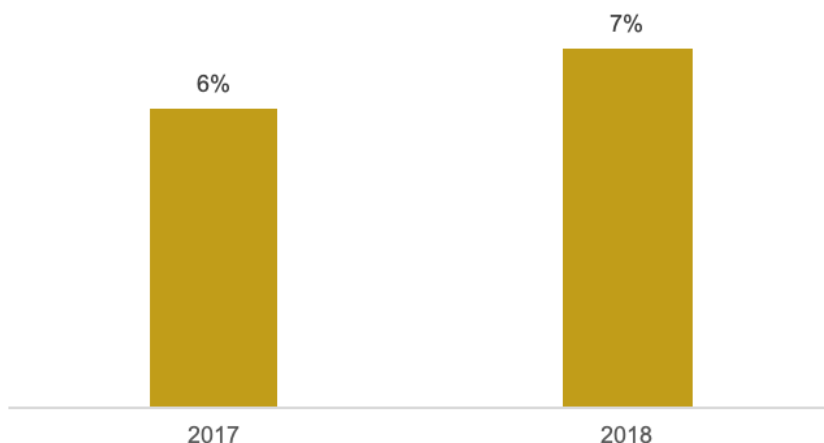


Figura 13-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Querétaro, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## Red de innovación

La diversidad de actores con quienes los productores pueden interactuar para obtener información y acceso a la innovación, son los que se encuentran en sus territorios. Sin embargo, no todos los productores tienen acceso a todos los actores. La figura 13-4 registra a los actores presentes en las redes de aprendizaje de los productores en 2017 y 2018. Se observa que en 2017 los productores tenían acceso a una mayor diversidad de actores, y en 2018 la diversidad de relaciones disminuyó. También se aprecia que las flechas con mayor grosor representan una relación más fuerte entre los actores. Los resultados indican que, en ambos años, los

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

actores que tuvieron mayor influencia dentro de la red en el primer año fueron prestadores de servicios profesionales (PSP), proveedores de servicios financieros (PF) e instituciones gubernamentales (IG). En el segundo año se observa que los PSP, PF e IG incrementan la fuerza de sus relaciones con los productores y, además, aumenta considerablemente la fuerza de la relación con las organizaciones de productores (OR), funciones múltiples (FM) y proveedores de insumos (PI). Los resultados generados por los extensionistas van de acuerdo con lo señalado por Solleiro Rebolledo et al., 2017, quienes definen al extensionismo como uno de los mecanismos más efectivos para facilitar e impulsar la interacción de productores con organismos dedicados a la investigación, enseñanza, agroindustria y otros, así como favorecer los procesos de transferencia de tecnología e innovación para fomentar la competitividad del sector.

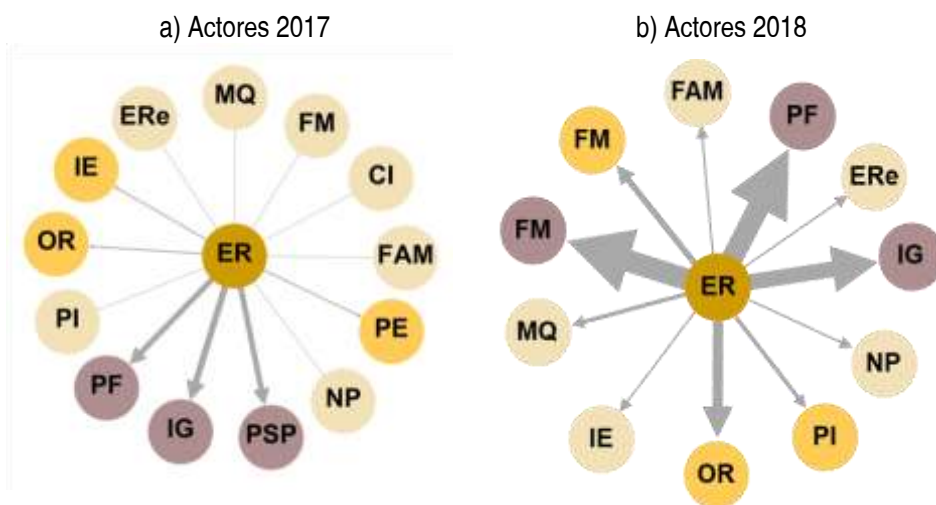


Figura 13-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Querétaro

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Derivado del análisis de las redes técnicas de los productores, en el que se les hizo la pregunta ¿De quién aprende las innovaciones?, se generó el cuadro 13-2 que muestra las diferencias en los indicadores de las redes de 2017 a 2018. Asimismo, se aprecia que en la red general, de 2017 a 2018, los actores incrementaron 24 %, la densidad 33 %. Aunque el valor de la densidad pareciera ser bajo, este valor coincide con los reportados en otras investigaciones en los que la densidad no supera el 4 % (Rodríguez et al., 2016; Muñoz-Rodríguez et al., 2007; Roldán-Suárez, Rendón-Medel & Camacho, 2018). Los grados de entrada y de salida incrementaron 27 %, indicando que la red de 2018 es más dinámica que en 2017. El índice de centralización de entrada incrementó 1 %, lo que indica que los actores que antes centralizaban la red, por ser fuente de información, continúan con la misma fuerza en 2018, mientras que el índice de centralización de salida incrementó 42 %, es decir, los productores preguntan más de lo que lo hacían en 2017, lo que es favorable para el aprendizaje y la colaboración de los actores.

**Cuadro 13-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Querétaro**

| Indicador                             |                     | 2017 | 2018 |
|---------------------------------------|---------------------|------|------|
| Número de actores de la red           |                     | 590  | 733  |
| Densidad                              | Valor (%)           | 0.06 | 0.08 |
|                                       | Desviación estándar | 0.24 | 0.02 |
| Grado de entrada normalizado promedio | Valor (%)           | 0.06 | 0.07 |
|                                       | Desviación estándar | 0.25 | 0.34 |
| Grado de salida normalizado promedio  | Valor (%)           | 0.06 | 0.07 |
|                                       | Desviación estándar | 1.10 | 0.12 |
| Índice de centralización de salida %  |                     | 0.6  | 0.8  |
| Índice de centralización de entrada % |                     | 4    | 5    |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En procesos de transferencia de tecnología es útil conocer quiénes son los actores clave que pueden ayudar a hacer más eficiente la difusión de innovaciones. En el cuadro 13-3 se muestra la cobertura de la red calculada para diferente número de actores (de 3 hasta 50) y en la figura 13-5 se observa el incremento marginal en la cobertura derivado del cambio en el número de actores clave. En el cuadro se resalta con color gris las celdas en las que se encuentra la mayor eficiencia por tipo de actor y año. En 2017 con 10 actores se tenía la mayor eficiencia de actores fuente, ya que se tenía la mayor cobertura posible (18 %) con el mayor incremento marginal de actores clave. En 2018, para alcanzar una cobertura aproximada, se requirieron también 10 actores fuente, pero el mayor incremento marginal se obtuvo seleccionando 25 actores fuente. En el caso de los actores colectores, en 2017 y 2018, la mayor eficiencia en alcance se obtuvo con 10 actores colectores clave, con quienes se tuvo una cobertura de 4 % de la red.

**Cuadro 13-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Querétaro**

| Número de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |             | Cobertura 2018 (%) |             |
|---------------------------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
|                                 | Fuente             | Colectores  | Fuente             | Colectores  |
| 3                               | 10.09              | 2.18        | 9.14               | 1.61        |
| 5                               | 13.40              | 3.01        | 13.93              | 2.32        |
| <b>10</b>                       | <b>18.18</b>       | <b>4.40</b> | 18.95              | <b>3.62</b> |
| 15                              | 20.80              | 5.82        | 21.74              | 4.60        |
| 20                              | 22.34              | 7.26        | 23.50              | 5.59        |
| 25                              | 23.76              | 8.72        | <b>24.75</b>       | 6.40        |
| 30                              | 24.64              | 9.49        | 25.75              | 7.07        |
| 35                              | 25.53              | 10.27       | 26.49              | 7.76        |
| 40                              | 26.43              | 11.06       | 27.11              | 8.44        |
| 45                              | 27.35              | 11.86       | 27.53              | 9.13        |
| 50                              | 28.28              | 12.68       | 27.95              | 9.83        |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La comparación de las coberturas con diferente número de actores permite identificar el número óptimo de éstos que pueden participar en una estrategia de difusión de innovaciones y así invertir la menor cantidad de recursos y obtener el mayor alcance de la red.

La figura 13-5 muestra que 10 actores es el tamaño óptimo que se considera para obtener la mayor cobertura de la red; es el número de actores con los que se tiene el mayor incremento marginal. A partir de ese punto, el cambio marginal es negativo, excepto para el caso de los actores colectores en 2017.



Figura 13-5. Comparación de cobertura de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Con base en la identificación del número eficiente en la selección de actores clave, es decir, empleando criterios de cercanía y focalización,

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

se pueden obtener incrementos de la cobertura de los agentes de cambio como lo demuestran López et al. (2016). La figura 13-6 muestra los 10 actores clave fuente y 10 actores clave colectores de la red de innovación de 2018. En ella se observa que el 70 % de los actores fuente son extensionistas (PSP), seguidos de instituciones gubernamentales y un prestador de servicios financieros. Con respecto a los actores colectores, todos son productores que formaron parte de la población objetivo del programa.

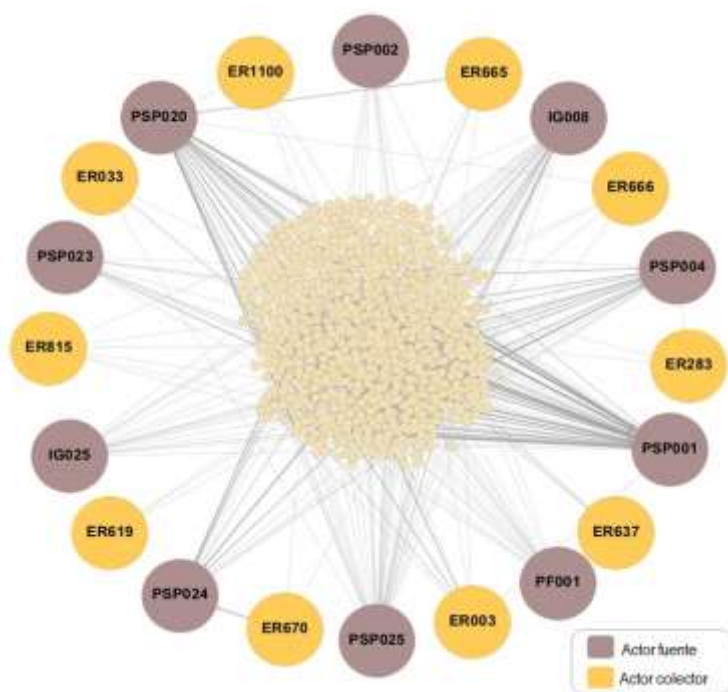


Figura 13-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Querétaro

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

### 13.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018

Para estimar las diferencias significativas entre un año y otro, se analizaron a los productores de manera paralela, quedando una muestra de 243 productores que fueron entrevistados en 2017 y en 2018. El cuadro 13-4 muestra las estadísticas descriptivas de estos productores. Tres de las cinco variables presentaron una diferencia altamente significativa de 2017 a 2018, éstas fueron rendimiento, InAI y radialidad. En cuanto a rendimiento, se observa una disminución de 18 % para el ciclo 2018, mientras que el InAI aumentó 59 % en el mismo periodo, lo que tendrá un efecto positivo en la variable rendimiento para los próximos ciclos; el valor del indicador de radialidad disminuyó en 20 %.

Cuadro 13-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Querétaro

| Variable<br>n=243  | Media |      | Desviación<br>estándar |      | Coeficiente<br>de variación |        | Sig.  |
|--------------------|-------|------|------------------------|------|-----------------------------|--------|-------|
|                    | 2017  | 2018 | 2017                   | 2018 | 2017                        | 2018   |       |
| Superficie (ha)    | 2.8   | 2.8  | 1.30                   | 1.50 | 46.43                       | 53.57  | 1.000 |
| Rendimiento (t/ha) | 1.2   | 0.9  | 1.30                   | 1.20 | 108.33                      | 133.33 | 0.000 |
| InAI (%)           | 6     | 10   | 6.70                   | 6.70 | 111.67                      | 67.00  | 0.000 |
| Integración (%)    | 0.01  | 0.01 | 0.06                   | 0.06 | 600.00                      | 600.00 | 0.600 |
| Radialidad (%)     | 0.10  | 0.08 | 0.12                   | 0.09 | 120.00                      | 112.50 | 0.000 |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Dado que el rendimiento es una variable que se ve como el resultado del proceso de intervención de PROAGRO Productivo, se realizó una clasificación de los productores con base en el rendimiento obtenido en 2018, por lo que se consideraron sólo a los productores que obtuvieron un rendimiento mínimo de 1 t/ha, esto resultó en una muestra de 102 productores (Figura 13-7).

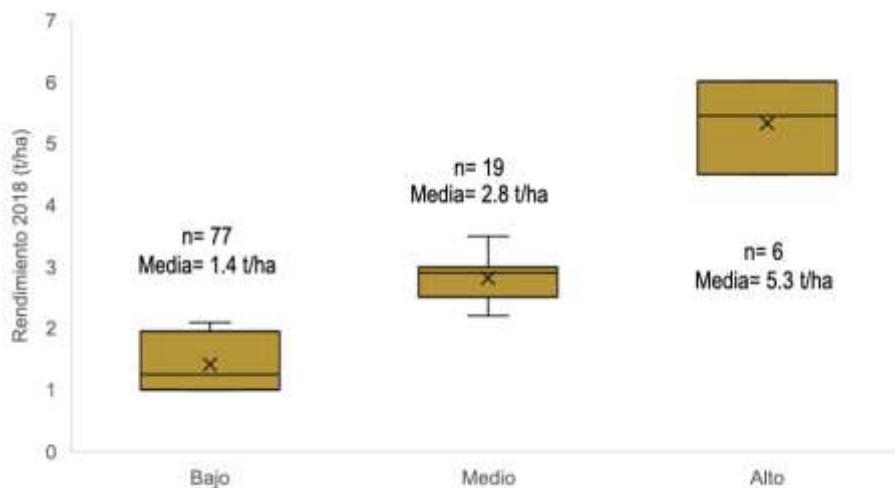


Figura 13-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Querétaro de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En Querétaro, el grupo de productores con rendimientos bajos es el más grande; en éste se encuentra el 75 % de los productores. En el de rendimientos medios se ubica el 19 %, y el de rendimientos altos agrupa al 6 %. En el grupo de rendimientos bajos, el rendimiento promedio es de 1.4 t/ha; sin embargo, los productores de este grupo tienen rendimientos que van de 1 a 2.1 t/ha. En el grupo de rendimientos medios el promedio es de 2.8 t/ha; no obstante, los productores de este grupo tienen rendimientos que van de 2.2 a 3.5 t/ha. En el grupo de rendimientos altos el rendimiento promedio es de 5.3 t/ha, a pesar de ello, los productores de este grupo tienen rendimientos que oscilan entre 4.5 y 6 t/ha.

Con esta caracterización, a continuación, se analizan los cambios en los grupos de productores de 2017 a 2018 (Cuadro 13-5).

- El rendimiento disminuyó en el grupo bajo. Los cambios positivos se observan en los grupos medio y alto. Sin embargo, los cambios fueron significativos en los grupos de rendimiento bajo y alto.
- El nivel de innovación de los productores incrementó en los grupos bajo y alto, y disminuyó en el grupo medio. No obstante, ninguno de estos cambios fue significativo.
- Respecto al indicador de integración, éste se mantuvo igual en el grupo bajo, incrementó en el grupo medio y disminuyó en el grupo alto, sin embargo, en ningún caso fue un cambio significativo.
- Con relación al alcance del indicador de radialidad, ésta disminuyó en los tres grupos, y el cambio fue significativo sólo para el grupo bajo. Esto indica que los productores dejaron de buscar información de 2017 a 2018. Estos resultados son contrarios a lo reportado por Aguilar-Gallegos et al., 2016a con productores de hule.

**Cuadro 13-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Querétaro**

| Variables          | Bajo              |                   | Medio             |                   | Alto              |                   |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | 2017              | 2018              | 2017              | 2018              | 2017              | 2018              |
| Rendimiento (t/ha) | 1.7 <sup>a</sup>  | 1.4 <sup>b</sup>  | 2.9 <sup>a</sup>  | 2.8 <sup>a</sup>  | 3.4 <sup>b</sup>  | 5.3 <sup>a</sup>  |
| InAI (%)           | 8 <sup>a</sup>    | 9 <sup>a</sup>    | 14 <sup>a</sup>   | 12 <sup>a</sup>   | 11 <sup>a</sup>   | 17 <sup>a</sup>   |
| Integración (%)    | 0.01 <sup>a</sup> | 0.01 <sup>a</sup> | 0.02 <sup>a</sup> | 0.05 <sup>a</sup> | 0.11 <sup>a</sup> | 0.09 <sup>a</sup> |
| Radialidad (%)     | 0.13 <sup>a</sup> | 0.10 <sup>b</sup> | 0.18 <sup>a</sup> | 0.15 <sup>a</sup> | 0.06 <sup>a</sup> | 0.05 <sup>a</sup> |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio "Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH".

Ya que los valores de los rendimientos tuvieron cambios significativos en los momentos de análisis, se propuso un modelo de regresión lineal para identificar si el nivel de innovación, la edad del productor, la

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

integración y radialidad tienen algún impacto en el rendimiento. Damián et al. (2007), identificaron que existe relación directa entre el nivel de adopción de tecnología y los rendimientos de productores de maíz en el estado de Tlaxcala. En este sentido, el cuadro 13-6 muestra que 15 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por las variables independientes. El tamaño de la población analizada con este modelo fue de 101 productores.

**Cuadro 13-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Querétaro en los rendimientos obtenidos en 2018**

| n=101                   | b     | Error estándar | Significancia |
|-------------------------|-------|----------------|---------------|
| Intercepto              | 0.772 | 0.589          | 0.193         |
| Edad                    | 0.009 | 0.009          | 0.293         |
| lnAI                    | 0.039 | 0.014          | 0.008         |
| Integración             | 4.40  | 1.36           | 0.002         |
| Radialidad              | 0.343 | 0.88           | 0.700         |
| p de F                  | 4.39  |                | 0.003         |
| R <sup>2</sup>          | 0.153 |                |               |
| R <sup>2</sup> ajustado | 0.018 |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH.

Los resultados indican que en el estado de Querétaro, en 2018, el rendimiento de los productores que colaboraron con el programa PROAGRO Productivo dependió del nivel de innovación de los productores y de su capacidad de ser fuentes de información y confianza de otros productores, es decir, de su nivel de integración de la red.

Para identificar cuáles son las innovaciones que influyen en el rendimiento de los productores de maíz en Querétaro, se propuso un modelo de regresión lineal en el que la variable dependiente es el rendimiento de maíz y las variables independientes son las innovaciones promovidas por PROAGRO Productivo en 2018 en el estado. El cuadro 13-7 muestra que 16 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por

las innovaciones implementadas; sólo la variable maíz mejorado MasAgro fue significativa.

Cuadro 13-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Querétaro en los rendimientos obtenidos en 2018

| n=101                   | b      | Error estándar | Significancia |
|-------------------------|--------|----------------|---------------|
| Intercepto              | 1.309  | 0.350          | 0.000         |
| Subsoleo                | -0.183 | 0.285          | 0.522         |
| Nivelación de suelos    | 0.107  | 0.864          | 0.902         |
| Siembra directa         | -0.831 | 1.142          | 0.469         |
| Rastrojo                | 0.539  | 0.322          | 0.097         |
| Poscosecha              | 0.260  | 0.369          | 0.483         |
| Análisis de suelo       | -0.190 | 0.315          | 0.548         |
| Análisis foliar         | 1.285  | 1.294          | 0.324         |
| Fertilización           | 0.522  | 0.377          | 0.170         |
| Micronutrientes         | 0.067  | 0.394          | 0.866         |
| Composta                | 0.147  | 0.499          | 0.770         |
| Mejoradores de suelo    | 0.037  | 0.857          | 0.966         |
| Micorrizas              | -0.210 | 0.442          | 0.637         |
| Maíz mejorado MasAgro   | 0.808  | 0.354          | 0.025         |
| Feromonas               | -0.011 | 0.353          | 0.976         |
| Monitoreo de plagas     | 0.393  | 0.479          | 0.414         |
| Trampas de colores      | -0.760 | 1.224          | 0.536         |
| Bioinsecticidas         | -0.324 | 0.678          | 0.634         |
| Insectos benéficos      | -0.842 | 1.306          | 0.521         |
| p de F                  |        | 0.891          | 0.590         |
| R <sup>2</sup>          |        | 0.162          |               |
| R <sup>2</sup> ajustado |        | -0.020         |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH.

### 13.4 Conclusiones y recomendaciones

La Red de Innovación de productores de maíz de Querétaro es una red que se encuentra en una fase de maduración; de 2017 a 2018 mostró cambios en cuanto a tamaño de la red, nivel de innovación de los productores, rendimiento, diversidad y calidad de fuentes de conocimiento y en los indicadores de estructura de la red, sin embargo, sólo algunos de estos fueron significativos, lo que demuestra que la red y los productores se encuentran en una etapa temprana de maduración.

La estructura de la Red de Innovación cambió de 2017 a 2018, a diferencia de otros estados, con menor presencia de actores y una menor cantidad de las relaciones de aprendizaje, los productores son más selectivos de sus vínculos de aprendizaje y colaboración. La madurez en la que se encuentra esta red limita que la innovación se difunda con velocidad al resto de productores, esto repercute en que los cambios en rendimiento no sean tan evidentes para la mayoría de los productores.

Los productores de maíz en Querétaro son consultados por otros productores, pero no se consultan entre ellos. Además, la red a la que pertenecen tiene una ligera tendencia a centralizar la información, esto quiere decir que las fuentes de información pueden ser las mismas lo que puede ser un elemento que limite la innovación.

Es necesario que futuras estrategias de gestión de la innovación continúen con la promoción de innovaciones que los productores del estado de Querétaro requieren para satisfacer sus necesidades cuidando los principios de sustentabilidad del territorio y que favorezcan el relacionamiento de los productores a favor de la difusión de los beneficios que la adopción de innovaciones sustentables les ha generado.

Se recomienda que en futuras estrategias de intervención con productores de maíz en el estado se utilicen los resultados presentados en este capítulo para evidenciar los resultados positivos del programa y para continuar con su labor de extensión y colaboración con los productores, ya que la red de este estado tiene potencial para desarrollar relacionamientos, incrementar la difusión de sus innovaciones y para elevar su productividad.

## Capítulo 14. Quintana Roo. Síntesis de resultados

ANA KAREN MIRANDA MERAZ<sup>1</sup>  
VICTORIA CIELO HERNÁNDEZ CRUZ<sup>2</sup>

### 14.1 Información general

De acuerdo con el SIAP (2019), en 2017, en el estado de Quintana Roo se sembraron 70,460 hectáreas de maíz grano, equivalentes a 0.9 % de la superficie nacional; y se cosecharon 79,154 toneladas de grano, lo que representó un rendimiento de 1.1 t/ha, sin considerar la superficie dañada por siniestros. Con estos datos, el estado se posicionó en el vigésimo noveno lugar del *ranking* nacional en producción, por ello, para esta entidad es prioridad atender los programas de extensión y, a partir de ello, incrementar sus rendimientos y, a su vez, mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

En 2017, PROAGRO Productivo trabajó en el estado con 100 productores, y en 2018 su cobertura aumentó a 454 productores. Como se muestra en el cuadro 14-1, el indicador de rendimiento se incrementó, lo cual podría explicarse por el trabajo que hicieron los asesores técnicos en el estado. En el cuadro también se observa que el promedio de edad de los productores se mantuvo y la superficie promedio presentó cambios sustanciales, sin embargo, la variable que sí mostró un cambio importante y a la cual es pertinente prestar atención, es la de autoconsumo, pues indica que los productores están destinando más producción al mercado y en menor proporción al autoconsumo.

---

<sup>1</sup> Maestrante en Ciencias en Estrategia Agroempresarial. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH); correo electrónico: miranda13694@gmail.com

<sup>2</sup> Licenciada en Redes Agroalimentarias, Centro Universitario Oriente, Universidad Autónoma Chapingo (CRUO-UACH), correo electrónico: hernandez.cruz.cielo@gmail.com

**Cuadro 14-1. Información general del estado de Quintana Roo**

| Variable                    | 2017 | 2018 |
|-----------------------------|------|------|
| Número de productores       | 100  | 454  |
| Edad (años)                 | 54   | 54   |
| Superficie promedio (ha)    | 2    | 2.1  |
| Rendimiento promedio (t/ha) | 1    | 1.2  |
| Autoconsumo promedio (%)    | 74   | 59   |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## **14.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Quintana Roo**

### **Dinámica de la innovación**

El mapeo de redes de innovación que se realizó en el estado identificó las tasas de adopción de las 21 innovaciones que se promovieron mediante la asistencia técnica que dio PROAGRO Productivo en 2017 y 2018; así, en la figura 14-1 se muestra el porcentaje de productores mayor a 1 % que estaban practicando cada una de las innovaciones. La innovación con mayor tasa de adopción es la fertilización, y en porcentajes muy bajos se encuentran las semillas híbridas MasAgro. En la figura también se muestran los actores de quienes se estaban aprendiendo cada una de las innovaciones. En el caso de las innovaciones con el mayor número de adoptantes, se observa que los PI, que hace referencia a los proveedores de insumos, son los actores que pueden determinar el sentido de éstas; otros actores importantes son los proveedores de servicios profesionales (PSP) y los mismos productores, en la figura señalizados con ER (empresa rural).

La figura 14-2 registra las innovaciones que más se practicaron en el 2018; la fertilización se sigue posicionando en primer lugar, sin embargo, el tratamiento para semillas disminuyó 35 % de un año a otro.

## Redes de innovación en la producción de maíz en México



Figura 14-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Quintana Roo y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio "Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH".



Figura 14-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Quintana Roo y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio "Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH".

Con respecto al nivel de innovación de los productores, la figura 14-3 muestra un aumento poco significativo de un año a otro; sin embargo, como se aprecia en las dos figuras anteriores, en ese periodo se observaron innovaciones como asociación de cultivos, cultivos de cobertura, siembra directa y micronutrientes que aparecieron o incrementaron. Éstas pertenecen a una transición a agricultura de conservación, con lo que se enfatiza la labor de los asesores técnicos. Resulta elemental mejorar las prácticas que en el mediano plazo permitan incrementar la rentabilidad y la conservación de los suelos agrícolas.

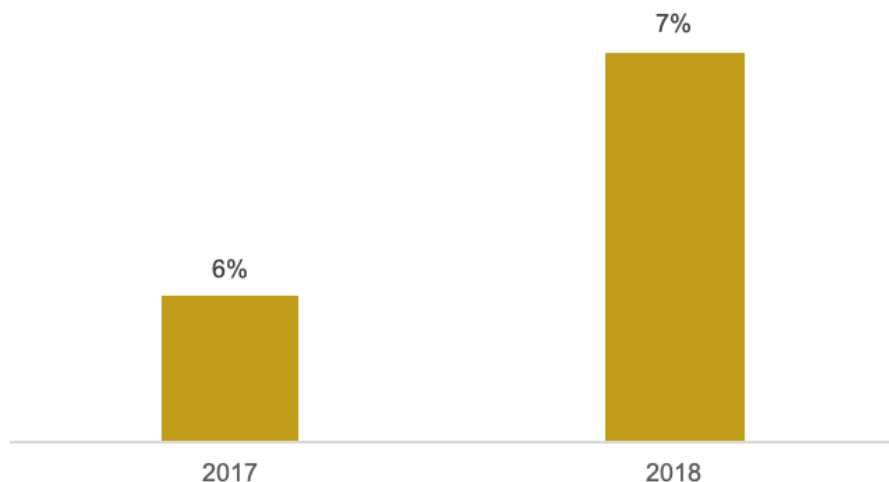


Figura 14-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Quintana Roo, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## Red de innovación

En los estados existe gran diversidad de actores con los cuales los productores interactúan para adquirir conocimientos; sin embargo, no todos los actores tienen la misma importancia en todos los territorios. En la

figura 14-4 se muestra a los actores presentes en la red estatal. Es importante hacer notar que los actores se diversificaron de un año a otro; en este sentido, los proveedores de insumos que tuvieron gran importancia para los productores en 2017, al siguiente año cambió hacia los clientes intermediarios y los prestadores de servicios profesionales, los cuales, en 2017, también tuvieron fuerte influencia, además, las instituciones de gobierno cobraron importancia en este segundo año al ser más consultadas por los productores.

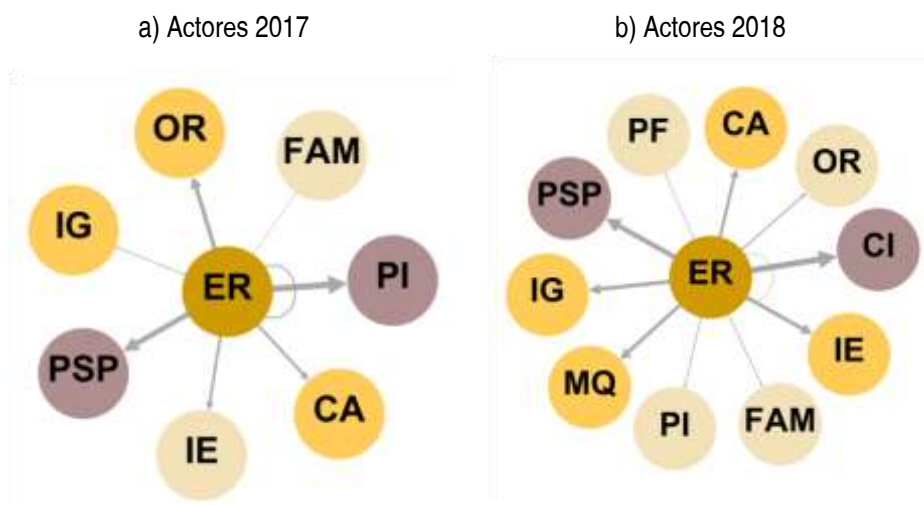


Figura 14-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Quintana Roo

Nota: A mayor grosor de la línea indica que el actor es más veces referido como fuente de información.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El cuadro 14-2 registra los indicadores de las redes de ambos años, también muestra que la red disminuyó más del 50 % de un año a otro; sin embargo, esto se puede explicar debido a que el número de actores

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

en la red incrementó 4.8 veces de 2017 a 2018. Con respecto a los índices de centralización de entrada y salida para ambos años son bajos lo que indica que no se encuentran actores que estén acaparando la información en el estado.

**Cuadro 14-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Quintana Roo**

| Indicador                               |                     | 2017 | 2018 |
|-----------------------------------------|---------------------|------|------|
| Número de actores de la red             |                     | 125  | 602  |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.5  | 0.1  |
|                                         | Desviación estándar | 0.07 | 0.04 |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 0.5  | 0.1  |
|                                         | Desviación estándar | 1.25 | 0.81 |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 0.5  | 0.1  |
|                                         | Desviación estándar | 0.51 | 0.13 |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 7    | 15   |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 1    | 0.3  |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En procesos de transferencia de tecnología es útil conocer cómo se encuentra el mercado de información para la innovación y, más allá de conocerlo, resulta conveniente identificar a los actores clave que pueden ayudar a eficientizar el proceso de difusión de innovaciones. El cuadro 14-3 muestra las coberturas de la red calculados para diferente número de actores desde tres hasta 50. Para los actores fuente, en ambos años lo ideal es seleccionar 10 actores para realizar actividades con ellos, ya que con este número se obtiene, sino el mayor número de cobertura sí es el más recomendable, pues al aumentar la cantidad de éstos, el incremento marginal comienza a disminuir como lo muestra la figura 14-5.

Cuadro 14-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Quintana Roo

| Número de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |            | Cobertura 2018 (%) |            |
|---------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|                                 | Fuentes            | Colectores | Fuentes            | Colectores |
| 3                               | 21                 | 7          | 29                 | 2          |
| 5                               | 32                 | 11         | 37                 | 3          |
| 10                              | 50                 | 19         | 48                 | 5          |
| 15                              | 61                 | 25         | 55                 | 6          |
| 20                              | 69                 | 30         | 59                 | 8          |
| 25                              | 73                 | 35         | 62                 | 10         |
| 30                              | 77                 | 37         | 65                 | 11         |
| 35                              | 81                 | 39         | 67                 | 12         |
| 40                              | 86                 | 41         | 69                 | 13         |
| 45                              | 91                 | 44         | 70                 | 14         |
| 50                              | 97                 | 47         | 72                 | 15         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

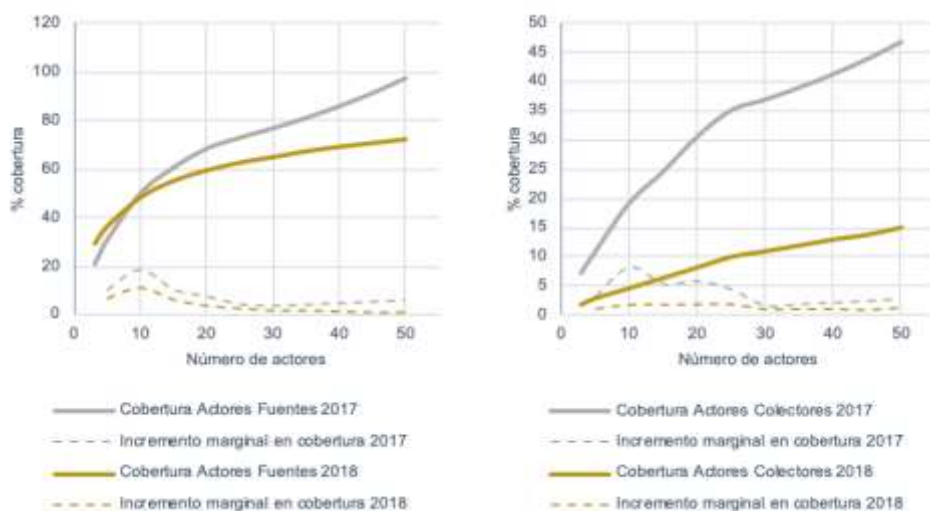


Figura 14-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

Con base en la identificación del número eficiente de actores clave, la figura 14-6 registra 9 actores fuente y 26 colectores de información de la red de innovación estatal, se aprecia que existe diversidad entre los actores fuente dentro de los que podemos observar a proveedores de servicios profesionales (PSP), maquileros (MQ), clientes intermediario (CI,) e instituciones gubernamentales (IG), y que dentro de los actores colectores se encuentran solamente los productores en quienes se enfocó la intervención.

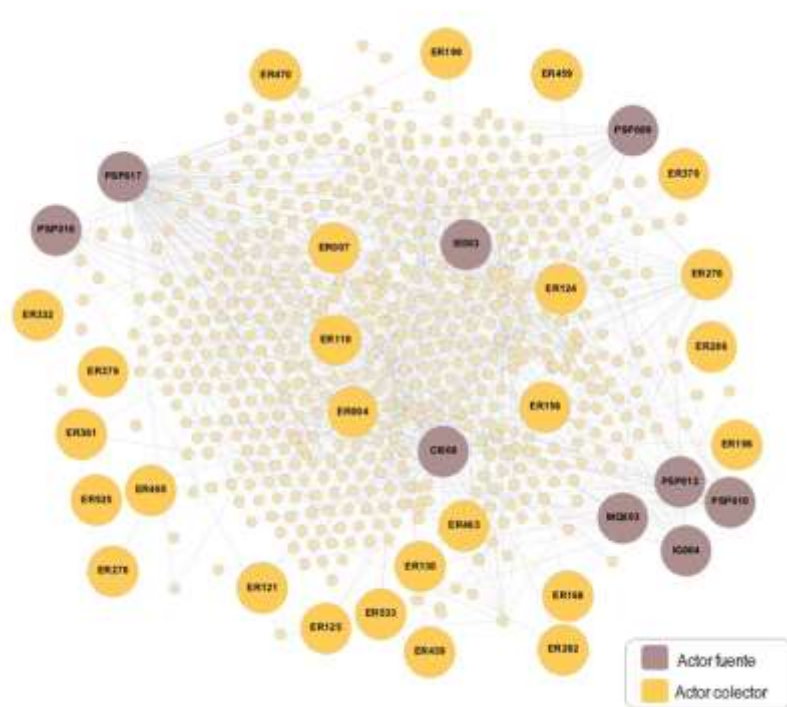


Figura 14-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Quintana Roo

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

### 14.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018

Para estimar las diferencias significativas entre un año y otro, se parearon las bases con los productores 2017 y 2018 quedando una muestra de 37 actores con los que se trabajó en ambos años. En el cuadro 14-4 se muestran estos datos donde las variables que presentaron un valor significativo  $p < 0.05$  del 2017 al 2018 fueron superficie, rendimiento, InAI y radialidad.

En el 2017 las primeras tres variables no se encuentran dispersas de manera importante como lo muestra la desviación estándar, y en 2018 únicamente aumentó un poco, a excepción del InAI, el cual sí mostró una desviación mayor.

Cuadro 14-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Quintana Roo

| Variable<br>n=37   | Media |      | Desviación<br>estándar |      | Coeficiente<br>de variación |       | Significancia |
|--------------------|-------|------|------------------------|------|-----------------------------|-------|---------------|
|                    | 2017  | 2018 | 2017                   | 2018 | 2017                        | 2018  |               |
| Superficie (ha)    | 1.1   | 2    | 0                      | 0.66 | 0                           | 33    | 0.000         |
| Rendimiento (t/ha) | 1     | 1.8  | 0                      | 0.35 | 0                           | 19.44 | 0.000         |
| InAI (%)           | 3     | 7    | 0                      | 3.47 | 0                           | 49.57 | 0.000         |
| Integración (%)    | 0     | 0.04 | 0.052                  | 0.12 | 0                           | 300   | 0.052         |
| Radialidad (%)     | 0.50  | 0.30 | 0.55                   | 0.08 | 110                         | 26.66 | 0.031         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio "Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH".

El rendimiento es una de las variables de mayor importancia para los productores, por ello se realizó una clasificación de éstos de acuerdo con esta variable. La figura 14-7 muestra la distribución de los grupos; se consideraron a 36 productores, ya que uno de ellos tenía un rendimiento menor a 1 t/ha; sin embargo, más del 50 % se encuentra en el grupo de productores de rendimientos medios, seguido por los de rendimientos bajos, por tal motivo los productores deberían vincularse con los

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

pocos que tienen un rendimiento alto para ver qué innovaciones son las que practican y les dan resultados benéficos.

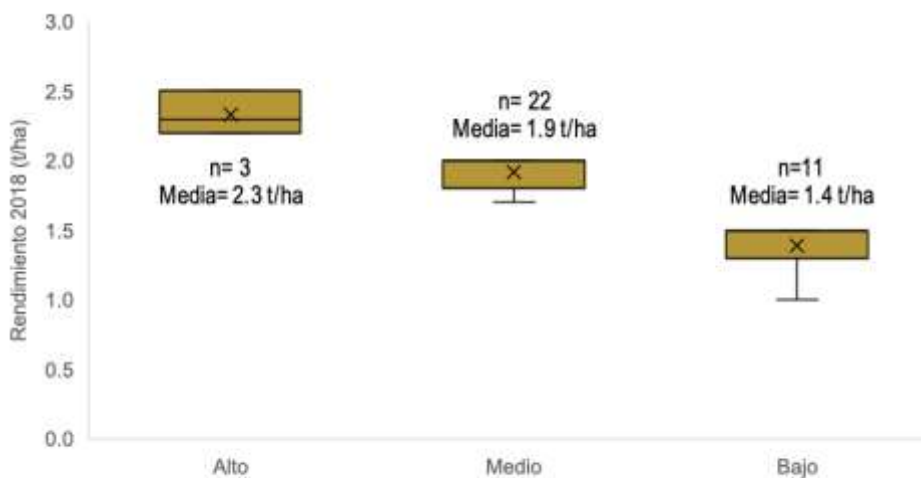


Figura 14-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Quintana Roo de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Para estimar las diferencias significativas entre un año y otro, se parearon las bases con los productores en 2017 y 2018, quedando una muestra de 37 actores con los que se trabajó en ambos años, por lo que en el cuadro 14-5 se observan estos datos donde las variables que presentaron un valor significativo  $p < 0.05$  del 2017 al 2018 fueron superficie, rendimiento, InAI y radialidad. En el 2017 las primeras tres variables no se encuentran dispersas de manera importante como lo muestra la desviación estándar, y en 2018 únicamente aumentó un poco, a excepción del InAI, el cual sí mostró una desviación mayor.

Cuadro 14-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Quintana Roo

| Variables          | Bajo              |                   | Medio             |                   | Alto             |                   |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|                    | 2017              | 2018              | 2017              | 2018              | 2017             | 2018              |
| Rendimiento (t/ha) | 0.9 <sup>b</sup>  | 1.4 <sup>a</sup>  | 1 <sup>b</sup>    | 1.9 <sup>a</sup>  | 0.9 <sup>b</sup> | 2.3 <sup>a</sup>  |
| InAI (%)           | 4 <sup>b</sup>    | 7 <sup>b</sup>    | 4 <sup>b</sup>    | 6 <sup>a</sup>    | 0 <sup>b</sup>   | 6 <sup>a</sup>    |
| Integración (%)    | 0.62 <sup>a</sup> | 0.31 <sup>a</sup> | 0.49 <sup>a</sup> | 0.29 <sup>a</sup> | 0 <sup>b</sup>   | 0.33 <sup>a</sup> |
| Radialidad (%)     | 0 <sup>a</sup>    | 0.02 <sup>a</sup> | 0 <sup>a</sup>    | 0.04 <sup>a</sup> | 0 <sup>b</sup>   | 0.11 <sup>a</sup> |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

No se realizaron las pruebas de regresión lineal para las diferentes variables debido a que, por el tamaño de la muestra y los valores que se encontraban, el modelo no resultó ser significativo.

## 14.4 Conclusiones y recomendaciones

El estado de Quintana Roo tiene rendimientos de maíz bajos; sin embargo, con el trabajo que realizó PROAGRO Productivo en el estado, los productores que fueron atendidos en 2017 y 2018 incrementaron positivamente sus rendimientos, lo cual es consecuencia de haber incrementado su nivel de innovaciones y de tener un mayor acceso a los actores y recursos disponibles en la red. Asimismo, se observa que las innovaciones más adoptadas son aquellas que corresponden a una transición hacia la agricultura de conservación (AC). Aunado a lo anterior, existen áreas de oportunidad para hacer más integral la adopción de innovaciones, es decir, que involucre innovaciones tecnológicas como lo son el uso de micronutrientes y biofertilizantes e innovaciones comerciales como la poscosecha. Esta integración permitirá articular una red comercial que asegure a los productores mayores ingresos y una mejora en su calidad de vida; haciendo más atractiva la actividad agrícola.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

Por los resultados obtenidos en un año, se recomienda que las futuras intervenciones incrementen su cobertura en el estado. Sin embargo, es importante que no se cambien los grupos de productores para poder dar seguimiento a sus avances, y que de ellos se promuevan las innovaciones a otros productores generando productores que sean fuente de información y, a la par, vínculo para que otros puedan acceder a los actores y recursos disponibles en la red.

## Capítulo 15. Tlaxcala. Síntesis de resultados

MIRIAN VALERIO ROBLES<sup>1</sup>  
ADRIANA YAOMY LUCIO MENDIOLA<sup>2</sup>  
VICTORIA CIELO HERNÁNDEZ CRUZ<sup>3</sup>

### 15.1 Información general

De acuerdo con la información reportada por el SIAP (2019), en el 2017 el estado de Tlaxcala se posicionó en el lugar número 15 del *ranking* nacional en la producción de maíz grano al sembrar 128,974 ha de su superficie, alcanzando una producción de 393,466 t. Es importante recalcar que este estado no tuvo pérdidas de ninguna hectárea por sinietros, en comparación con otros estados de la república, lo cual dio como resultado un rendimiento de 3 t/ha de este grano básico.

En Tlaxcala, el programa PROAGRO Productivo trabajó en 21 municipios, de un total de 60, con una cobertura de 1,518 productores para el 2017, y en 2018 se agregaron 430 actores nuevos, sumando un total de 1,948 beneficiarios a los que se les brindó asistencia técnica, de los cuales 1,212 son de continuidad, es decir, tienen datos registrados en ambos años. El cuadro 15-1 muestra información acerca de esta y otras variables como el rendimiento y la superficie que tenían en promedio. La edad de los productores se mantiene arriba de 60 años, en promedio, para ambos años; la superficie promedio disminuyó 100 metros en 2018, pero a pesar de esto, el rendimiento por hectárea se mantuvo en 2.9

---

<sup>1</sup> Doctoranda en Problemas Económico-Agroindustriales. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial- Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH); correo electrónico: miriam\_valr@hotmail.com

<sup>2</sup> Maestrante en Ciencias en Estrategia Agroempresarial, CIESTAAM-UACH; correo electrónico: yaomendiola@gmail.com

<sup>3</sup> Licenciada en Redes Agroalimentarias, Centro Universitario Oriente-Universidad Autónoma Chapingo (CRUO-UACH); correo electrónico: hernandez.cruz.cielo@gmail.com

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

toneladas para ambos años, aunque el promedio de autoconsumo aumentó, lo cual indica que en 2017 destinaron más producto a la venta que en el 2018.

**Cuadro 15-1. Información general del estado de Tlaxcala**

| Variable                    | 2017  | 2018  |
|-----------------------------|-------|-------|
| Número de productores       | 1,518 | 1,948 |
| Edad (años)                 | 63    | 63    |
| Superficie promedio (ha)    | 2.6   | 2.5   |
| Rendimiento promedio (t/ha) | 2.9   | 2.9   |
| Autoconsumo promedio (%)    | 45    | 48    |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## **15.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Tlaxcala**

### **Dinámica de innovación**

En 2017, en el estado de Tlaxcala se establecieron 16 innovaciones, de las cuales sólo 13 fueron referidas por los productores, con un porcentaje de adopción mínimo de 1 %; éstas se muestran en la figura 15-1 en donde en el lado superior derecho se indica la innovación más practicada por los productores: fertilización (47 %). La figura también muestra las claves de los actores que están promoviendo cada una de las innovaciones; es importante hacer notar la diversidad de actores en cada innovación. Cabe resaltar que ninguna de las innovaciones pasa del 50 % de adopción, lo cual indica, como mencionan García-Salazar et al. (2018), que en México se ha observado una relación positiva entre la tasa de adopción y el ingreso que se obtiene por hectárea (variable que depende del rendimiento y del precio). Para este caso, los predios en el estado son pequeños dado que no sobrepasan de cuatro hectáreas, en promedio, y los rendimientos también son bajos.

## Redes de innovación en la producción de maíz en México



Figura 15-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Tlaxcala y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En la figura 15-2 se observan las innovaciones que se practicaron en 2018; en ella se aprecia que de 13 innovaciones que se practicaban en 2017, aumentaron a 14 en 2018, con un porcentaje mayor a 1 %, y que la fertilización continuó siendo la mayor adoptada en el estado, aumentando el porcentaje a 61 %. Sin embargo, ahora los segundos actores más referidos son el IG004 y PSP065. En 2017, los segundos actores más referidos fueron el PG001 y PI012, manteniéndose el primer actor referido en ambos años (IG002); resulta importante mencionar que la segunda innovación con mayor referencia en 2018 es composta, mientras que en 2017 fue subsuelo, y que el análisis foliar ya tiene un poco de relevancia en este año; la poscosecha aumentó cuatro veces más de un año a otro, lo cual es de gran importancia, ya que, de acuerdo con Martínez-Jiménez, García-Salazar, & Mora-Flores (2015), las acciones de almacenamiento deben abarcar parte de la producción de los meses de alta oferta para crear un flujo de producto al mercado más uniforme en el tiempo; es decir, en los meses en que los precios del producto son

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

bajos se debe almacenar y después, cuando el precio sea más redituable, ofrecerlo a la venta.



Figura 15-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Tlaxcala y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La figura 15-3 muestra el nivel de innovación que tenían los productores en un primer momento (2017) y cómo éste aumentó 7 % con la participación y asistencia técnica del programa, lo cual se pudo constatar en las figuras anteriores, ya que aumentó el número de innovaciones que se practican y también el porcentaje de varias de ellas. Con esto se resalta que el papel del componente es importante ya que, como lo menciona Obreque (2010), citado por Roldán-Suárez, Rendón-Medel, & Cadena-Iñiguez, (2016), los procesos de transferencia de innovaciones no los puede ejercer cualquiera, y que quién realice dicho proceso debe tener un perfil innovador.

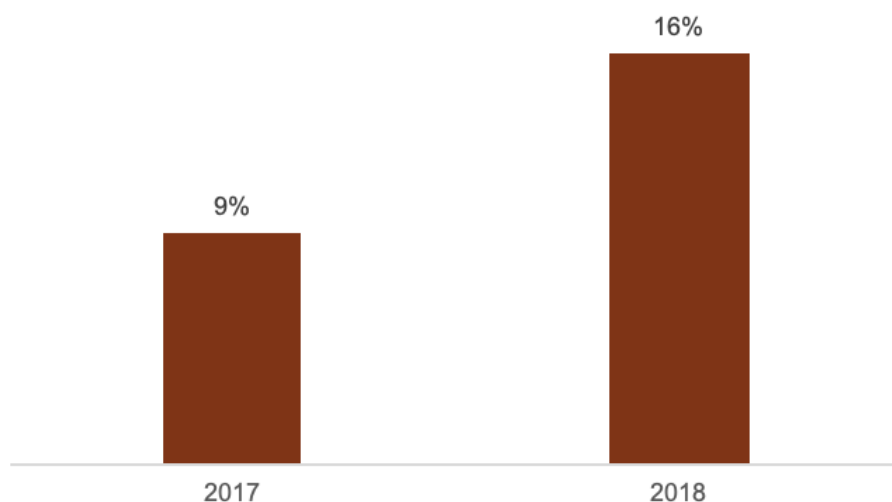


Figura 15-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Tlaxcala, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## Red de innovación

En cada territorio existe una gran diversidad de actores que son consultados como fuentes de información para la innovación por los productores. La figura 15-4 muestra cómo esta diversidad se mantuvo del 2017 al 2018 con los mismos actores. Sin embargo, el peso que se le dio a cada actor en 2018 fue mayor para algunos, como las instituciones de gobierno, lo cual indica que los productores cada vez preguntan más a los diferentes actores. Nótese además que los proveedores financieros también tuvieron un papel importante dentro de las redes del estado en el 2018.

El cuadro 15-2 muestra los indicadores de redes calculados con la información recabada; se aprecia que la densidad aumentó de un año a otro y, aunque este valor es bajo, es un buen indicador ya que el número

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

de actores en la red aumentó considerablemente, además la desviación estándar no es muy alta, por tanto, los datos están repartidos de forma homogénea. En lo que refiere a los grados de entrada y salida podemos ver que los primeros son mayores en ambos años. En términos de oferta y demanda esto indica que hay mayor oferta de información que la que se está demandado por los productores del estado.

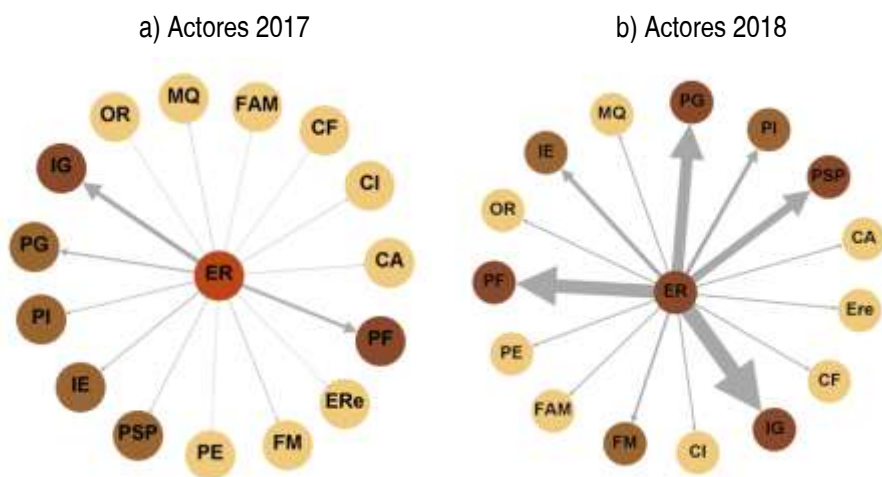


Figura 15-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Tlaxcala

Nota: A mayor grosor de la línea indica que el actor es más veces referido como fuente de información.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El cuadro 15-3 muestra el cálculo de actores clave en la red en ambos años, desde 3 hasta 50 actores. En 2017 como en 2018 el punto óptimo de actores a considerar debería ser 10, ya que la figura 15-5 muestra los incrementos marginales de todos los actores y empieza a decrecer cuando el número aumenta. Por tanto, para una estrategia de intervención, el número a considerar es este.

Cuadro 15-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Tlaxcala

| Indicador                               |                     | 2017  | 2018  |
|-----------------------------------------|---------------------|-------|-------|
| Número de actores de la red             |                     | 1,876 | 2,519 |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.04  | 0.05  |
|                                         | Desviación estándar | 0.02  | 0.02  |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 0.8   | 1     |
|                                         | Desviación estándar | 5.91  | 9.01  |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 0.8   | 1     |
|                                         | Desviación estándar | 0.84  | 1.31  |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 11    | 11    |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 0.3   | 0.3   |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Cuadro 15-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Tlaxcala

| Número de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |            | Cobertura 2018 (%) |            |
|---------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|                                 | Fuentes            | Colectores | Fuentes            | Colectores |
| 3                               | 17                 | 1          | 22                 | 1          |
| 5                               | 20                 | 2          | 31                 | 2          |
| 10                              | 27                 | 3          | 44                 | 3          |
| 15                              | 33                 | 4          | 52                 | 4          |
| 20                              | 37                 | 5          | 57                 | 5          |
| 25                              | 41                 | 6          | 60                 | 6          |
| 30                              | 44                 | 7          | 62                 | 6          |
| 35                              | 46                 | 7          | 64                 | 7          |
| 40                              | 48                 | 8          | 65                 | 8          |
| 45                              | 50                 | 8          | 66                 | 8          |
| 50                              | 51                 | 9          | 66                 | 9          |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

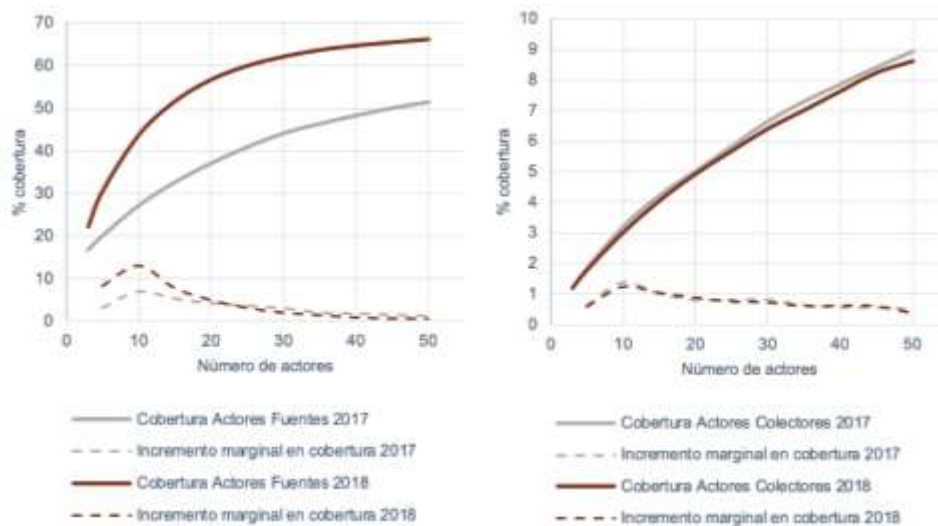


Figura 15-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

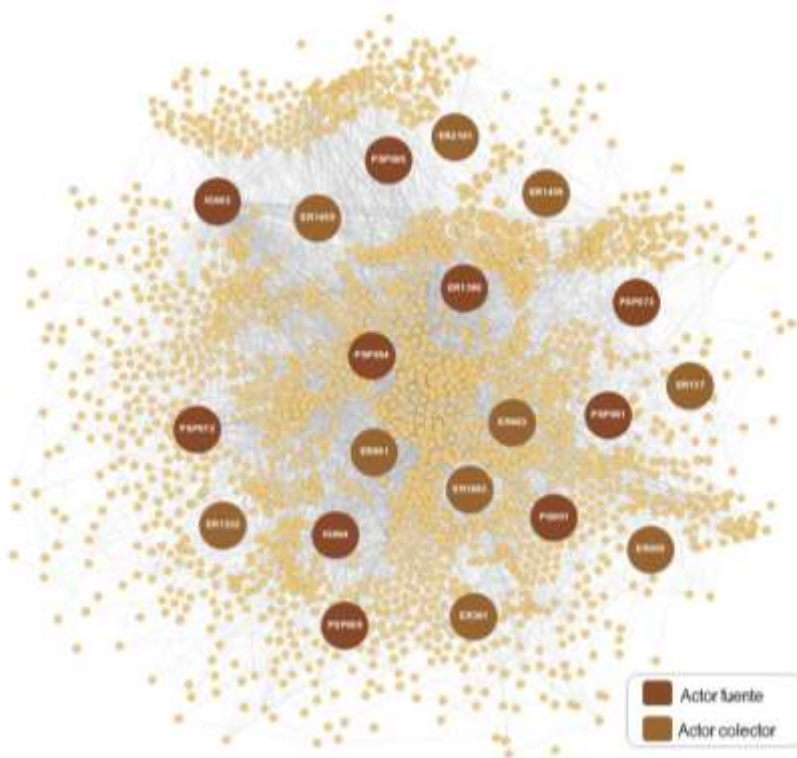


Figura 15-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Tlaxcala

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

### **15.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018**

Para estimar si existen diferencias significativas en las variables analizadas, se hizo una comparación entre los productores que participaron en ambos años, la cual generó una muestra de 1,212 productores. El cuadro 15-4 muestra las diferencias que se encontraron entre las variables.

**Cuadro 15-4. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Tlaxcala**

| Variable<br>n=1,212 | Media |      | Desviación<br>estándar |      | Coeficiente<br>de variación |          | Significancia |
|---------------------|-------|------|------------------------|------|-----------------------------|----------|---------------|
|                     | 2017  | 2018 | 2017                   | 2018 | 2017                        | 2018     |               |
| Superficie (ha)     | 2.6   | 2.2  | 2.23                   | 1.99 | 85.76                       | 90.45    | 0.0           |
| Rendimiento (t/ha)  | 2.9   | 2.9  | 1.47                   | 1.31 | 50.68                       | 45.17    | 0.39          |
| InAI (%)            | 8     | 16   | 7.31                   | 7.77 | 91.37                       | 48.56    | 0.0           |
| Integración (%)     | 0.06  | 2.70 | 0.54                   | 93.7 | 900                         | 3,470.37 | 0.32          |
| Radialidad (%)      | 0.06  | 0.09 | 0.05                   | 0.04 | 83.33                       | 44.44    | 0.0           |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La superficie sembrada por los productores disminuyó significativamente, lo que puede afectar la adopción de innovaciones que, de acuerdo con García-Salazar et al. (2018), existe una relación positiva entre la tasa de adopción y el tamaño del predio, ya que a mayor tamaño de los predios los productores invierten más en ellos. Sin embargo, los índices de innovación aumentaron al doble, lo cual podría explicarse por el incremento de la radialidad de los productores en la red, pues hay mayor acceso a la información disponible en la red, aunque existe una dispersión mayor al 7 % para ambos años.

La integración aumentó, aunque no fue estadísticamente significativa y en 2018 los datos fueron muy variables. La radialidad aumentó significativamente, por tanto, como lo mencionan Aguilar-Gallegos et al. (2016), es de gran importancia considerar los vínculos indirectos en un proceso de intercambio de información entre diversos actores debido a que un productor puede acceder a información a través de otros actores con los cuales está directamente conectado.

Dado que la variable de rendimiento es una de las principales que se ve como resultado de los procesos de intervención, se realizó una clasificación de acuerdo con esta variable considerando el rendimiento del 2018 y los que tuvieran como mínimo 1 t/ha, obteniéndose una muestra de 1,149 productores (Figura 15-7).

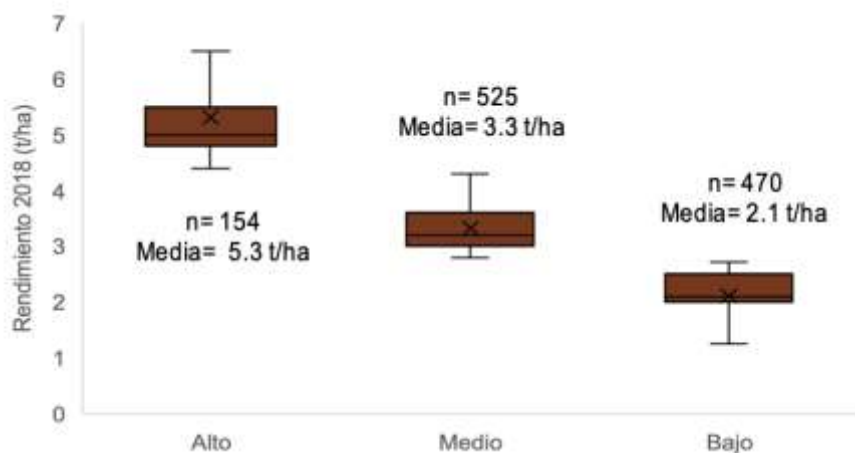


Figura 15-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Tlaxcala de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Con base en la agrupación anterior, el cuadro 15-5 muestra los cambios registrados entre las variables de un año a otro. Los rendimientos en los productores del grupo bajo disminuyeron de un año a otro, sin embargo, en los otros grupos de productores éstos aumentaron.

En todos los grupos la adopción de innovaciones aumentó considerablemente, lo mismo que la radialidad de los productores, lo que indica que tienen mayor acceso a los recursos y actores de la red por lo que se refleja en el aumento de sus índices de adopción de innovaciones y, por tanto, en sus rendimientos, aunque también se debe de estudiar qué tipo de innovaciones son las que están adoptando los productores del grupo de rendimientos bajos que no les permitieron incrementar.

El cuadro 15-6 muestra las variables del perfil de los productores que afectan en el rendimiento de estos, sin embargo, el único estadísticamente significativo fue el InAI, es decir que entre más innovaciones realicen los productores sus rendimientos aumentan positivamente. Las otras variables no resultaron significativas para el modelo.

**Cuadro 15-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Tlaxcala**

| Variables          | Bajo              |                   | Medio             |                   | Alto              |                   |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                    | 2017              | 2018              | 2017              | 2018              | 2017              | 2018              |
| Rendimiento (t/ha) | 2.2 <sup>a</sup>  | 2.1 <sup>b</sup>  | 3.1 <sup>b</sup>  | 3.3 <sup>a</sup>  | 4.1 <sup>b</sup>  | 5.3 <sup>a</sup>  |
| InAl (%)           | 8 <sup>b</sup>    | 16 <sup>a</sup>   | 8 <sup>b</sup>    | 15 <sup>a</sup>   | 11 <sup>b</sup>   | 19 <sup>a</sup>   |
| Integralidad (%)   | 0.02 <sup>a</sup> | 6.94 <sup>a</sup> | 0.07 <sup>a</sup> | 0.01 <sup>a</sup> | 0.11 <sup>a</sup> | 0.01 <sup>b</sup> |
| Radialidad (%)     | 0.05 <sup>b</sup> | 0.09 <sup>a</sup> | 0.05 <sup>b</sup> | 0.08 <sup>a</sup> | 0.07 <sup>b</sup> | 0.10 <sup>a</sup> |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05. Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACh”.

**Cuadro 15-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Tlaxcala en los rendimientos obtenidos en 2018**

| n=1,149                 | b      | Error estándar | Significancia |
|-------------------------|--------|----------------|---------------|
| Intercepto              | 2.88   | 0.184          | 0.000         |
| Edad                    | -0.002 | 0.003          | 0.511         |
| InAl                    | 0.024  | 0.006          | 0.000         |
| Integralidad            | 0.000  | 0.000          | 0.761         |
| Radialidad              | -0.661 | 0.906          | 0.466         |
| p de F                  | 6.290  |                | 0.000         |
| R <sup>2</sup>          | 0.022  |                |               |
| R <sup>2</sup> ajustado | 0.018  |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACh”.

Por último, se realizó la regresión lineal con todas las innovaciones del estado. El cuadro 15-7 muestra que las variables que afectan el rendimiento son la fertilización, los mejoradores de suelo y el uso de semillas de maíz mejorado MasAgro (8 % de la variabilidad se explica por estas variables).

Cuadro 15-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Tlaxcala en los rendimientos obtenidos en 2018

| n=1,149                   | b     | Error estándar | Significancia |
|---------------------------|-------|----------------|---------------|
| Intercepto                | 3.13  | 0.06           | 0.00          |
| Desvare                   | -0.33 | 0.28           | 0.24          |
| Subsoleo                  | 0.03  | 0.08           | 0.67          |
| Camas permanentes         | -0.13 | 0.26           | 0.60          |
| Siembra directa           | 0.03  | 0.08           | 0.69          |
| Poscosecha                | -0.15 | 0.10           | 0.14          |
| Análisis de suelo         | 0.04  | 0.15           | 0.76          |
| Análisis foliar           | 0.51  | 0.42           | 0.22          |
| Fertilización             | -0.16 | 0.07           | 0.01          |
| Micronutrientes           | -0.06 | 0.11           | 0.58          |
| Composta                  | -0.12 | 0.08           | 0.14          |
| Mejoradores de suelo      | -0.49 | 0.12           | 0.00          |
| Micorrizas                | 0.12  | 0.13           | 0.36          |
| Maíz mejorado MasAgro     | 0.85  | 0.10           | 0.00          |
| Feromonas                 | 0.27  | .56            | 0.62          |
| Tratamiento para semillas | -0.22 | .28            | 0.42          |
| p de F                    | 7.99  |                | 0.00          |
| R <sup>2</sup>            | 0.09  |                |               |
| R <sup>2</sup> ajustado   | 0.08  |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 15.4 Conclusiones y recomendaciones

Al realizar los análisis de las innovaciones se debe poner atención en aquellas que no están teniendo impacto en el rendimiento de los productores para ver si éstas se están implementado de manera adecuada, o si no son las óptimas para el estado, y en las innovaciones que tienen

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

efecto en los rendimientos analizar cómo se están practicando y tratar de mejorarlas para que den más efectos positivos en el estado.

Las innovaciones que también son la variable que afecta el rendimiento deben seguirse trabajando para que los productores obtengan impactos positivos; además de que, como se mencionó, se debe de trabajar con grupos focalizados que no consideren a más de diez actores, sin embargo, deberían de seleccionarse las principales fuentes.

## Capítulo 16. Veracruz. Síntesis de resultados

MARCELO RAMÍREZ ÁLVAREZ<sup>1</sup>

LEYDY BERNABÉ INÉS<sup>2</sup>

### 16.1 Información general

La innovación es todo cambio basado en conocimiento que genera valor (Cotec, 2007). Su gestión de manera formal, en el contexto de la pequeña agricultura, está vinculada a procesos de extensión agrícola financiados principalmente por el gobierno y operadas por técnicos y agencias de desarrollo. De manera informal, su gestión se da de forma localizada con procesos de intercambio de conocimientos entre la diversidad de actores que integran territorio, estos pueden ser productores, organizaciones de productores, clientes y proveedores, entre otros.

Un proceso de extensión se legitima como tal cuando resuelve una situación problema (Leeuwis, 2004). El marco del acompañamiento técnico del modelo de extensión operado en PROAGRO Productivo está orientado a resolver un problema de baja productividad, es decir, ese es su principal propósito (SAGARPA, 2017). En ese sentido, las acciones emprendidas en el marco de tal componente tendrían que materializar positivamente sus esfuerzos en tanto los productores atendidos adopten prácticas que les generen mayores rendimientos.

Existen diversas clasificaciones para las innovaciones que pueden ser aplicadas en el contexto de la producción. Por su naturaleza u objeto pueden ser de producto (bien o servicio), de proceso, de métodos o técnicas de comercialización, de métodos o técnicas de gestión y organizativas, y por su grado de novedad pueden ser radicales, incrementales o

---

<sup>1</sup> Maestrante en Ciencias en Estrategia Agroempresarial. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial- Universidad Autónoma Chapingo (CIESTAAM-UACH), correo electrónico: ingramalvgui@hotmail.com

<sup>2</sup> Maestrante en Ciencias en Estrategia Agroempresarial. CIESTAAM-UACH; correo electrónico: ines-bernabe.02@gmail.com

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

adaptativas (Benavides, 1998). Por el propósito del componente, las innovaciones promovidas en el marco del Componente se clasifican como de proceso, y su grado de novedad varía dependiendo la práctica específica y la unidad de producción adoptante.

La metodología llevada a cabo contempla la difusión de innovaciones en Veracruz, a través de un proceso de gestión de conocimiento mediante la operación de un modelo de extensión. El cuadro 16-1 contiene información general sobre la población objetivo del estado de Veracruz para los años 2017 y 2018. Los datos presentados para 2017 muestran resultados de la encuesta de línea base, mientras que los del 2018 implican resultados de la línea final, es decir, de la etapa posterior al acompañamiento técnico.

Cuadro 16-1. Información general del estado de Veracruz

| Variable                    | 2017  | 2018  |
|-----------------------------|-------|-------|
| Número de productores       | 2,177 | 1,656 |
| Edad (años)                 | 60    | 59    |
| Superficie promedio (ha)    | 2     | 2.2   |
| Rendimiento promedio (t/ha) | 1     | 1.9   |
| Autoconsumo promedio (%)    | 49    | 52    |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Se identifica una disminución en el número de observaciones encuestadas y actores referidos. Estas variaciones pueden explicarse porque algunos productores encuestados en la línea base no fueron considerados en la línea final y, al mismo tiempo, se incorporaron productores nuevos al mapeo en 2018.

## **16.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Veracruz**

### **Dinámica de innovación**

Partiendo del supuesto de que las tecnologías y prácticas se diseminan a través de las redes por actores específicos y especializados en cierto tipo de innovaciones, se pudo identificar, con el análisis de redes sociales, qué innovaciones se han adoptado previa y posteriormente al acompañamiento técnico, así como qué actores han sido los principales difusores de esas innovaciones.

Los resultados relativos a la difusión de las innovaciones por actores específicos se exponen en las figuras 16-1 y 16-2. Este análisis permitió vincular la participación institucional a innovaciones específicas como análisis de suelo, fertilización balanceada, uso de mejoradores de suelos, los micronutrientes y las micorrizas, que fueron promovidas principalmente por instituciones gubernamentales y técnicos. Una característica de estas innovaciones es que son costosas, requieren servicios especializados y con frecuencia deben ser financiadas por el gobierno.

Otro grupo de innovaciones está más alineada a agentes comerciales, por lo que la participación de los proveedores de insumos se vuelve más relevante. Estas innovaciones son las semillas mejoradas y el tratamiento de semillas. La participación de productores y familiares en la difusión de innovaciones no permite identificar un patrón como los anteriores, pues la presencia de este tipo de actores se encuentra dispersa resultando difícil ligar su participación a la difusión de innovaciones en específico.



Figura 16-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Veracruz y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.



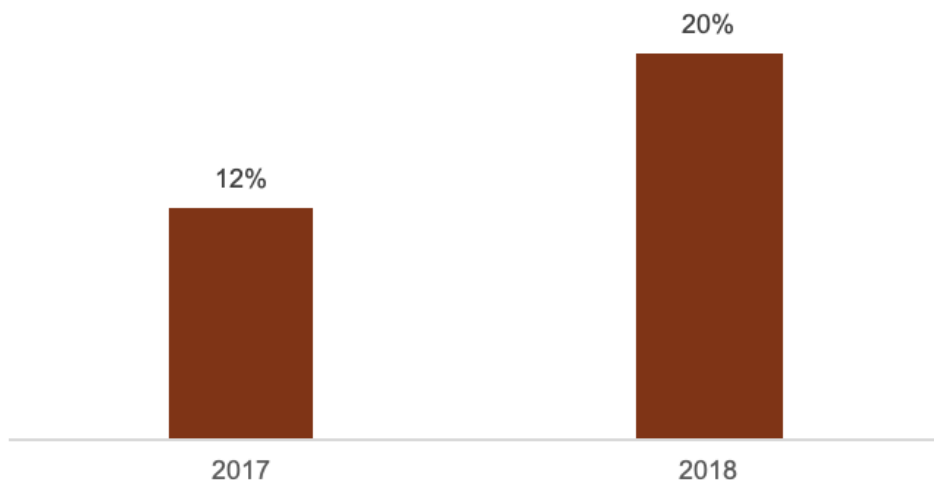
Figura 16-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Veracruz y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La comparación entre las figuras anteriores (16-1, 16-2) permite concluir que la participación de los extensionistas se hizo más relevante en la difusión de tecnologías. Para el año 2017 figuraban como difusores importantes sólo en siete innovaciones, y para 2018 su presencia incrementó a 12.

Se ha afirmado que el propósito de la metodología de acompañamiento técnico es incrementar la productividad. La disminución de costos y el incremento de rendimientos dan respuesta a este propósito. En ese sentido se ha expuesto, ya con evidencia empírica, que hubo un aumento en los rendimientos reportados para 2018 respecto al 2017. También se ha sostenido que el aumento de la productividad, mediante la metodología de acompañamiento técnico, tuvo como principal instrumento la difusión de innovaciones. Analizar los niveles de innovación iniciales y sus incrementos es relevante, pues son el medio para garantizar que el propósito de la metodología se cumpla.

La figura 16-3 muestra los niveles de innovación en cada año de intervención. El incremento del nivel de innovación observado de 2017 a 2018 como indicador de resultado, da cuenta del desempeño de la intervención. A pesar de ello, los niveles de adopción del segundo año de análisis alcanzan apenas un 20 %, por lo que se asume que aún existe una brecha de mejora del 80 % que se hará tangible a través de un proceso de autogestión de la red.



**Figura 16-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Veracruz, 2017 y 2018**

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## Red de innovación

La diversidad de relaciones que los productores pudieron establecer antes de la intervención y después de ella son determinantes para la adopción de innovaciones. Desde un punto de vista sociológico, la adopción de innovaciones puede concretarse de manera epidémica, donde la decisión de realizar una práctica por un productor puede conllevar al contagio ulterior de otros productores que están en contacto con tal actor o que son influidos por él (Monge P. & Hartwich, 2008). Por ejemplo, el intercambio de semillas a nivel local puede detonarse de manera efectiva cuando los flujos de información entre productores permiten comunicar los riesgos existentes y los sistemas de apoyo (Ricciardi, 2015). Aparte de estas relaciones “entre pares”, la diversidad de actores puede representar una oportunidad para el fomento de nuevas prácticas.

La diversidad de relaciones que los productores establecen se da de manera dinámica, y un proceso de gestión de conocimiento, como el implementado por PROAGRO Productivo, puede garantizar que, además de las relaciones dadas con el técnico, se promuevan nuevas relaciones entre productores o con otros actores especializados como universidades y centros de investigación. La figura 16-4 muestra gráficamente cómo los grupos de productores encuestados han establecido relaciones con otros grupos de actores para la adopción de innovaciones.

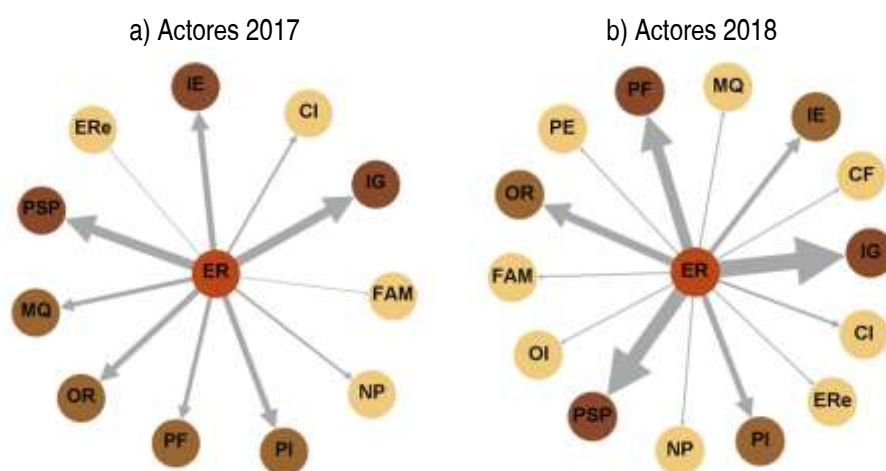


Figura 16-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Veracruz

Nota: A mayor grosor de la línea indica que el actor es más veces referido como fuente de información.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Se observa que, en promedio, en 2017 se relacionaron con 10 actores diferentes a ellos (técnicos PSP e instituciones de gobierno fueron los actores más protagónicos). En contraste, en 2018 incrementó el número de actores, sumando un total de 14 que no entran en la categoría de productores. Considerando el grosor de los vínculos, los actores de

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

mayor importancia fueron las instituciones de gobierno, los técnicos, los proveedores financieros y las organizaciones rurales.

Otros indicadores que se contrastaron son los relativos al análisis global de la red de innovación. El cuadro 16-2 incluye los indicadores de densidad y de centralización para entradas y salidas. Destaca un incremento en la densidad de 0.03 % lo que implica que hubo un mayor número de relaciones establecidas por los productores, del total que pudieron haber concretado en cada contexto.

Cuadro 16-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Veracruz

| Indicador                               |                     | 2017  | 2018  |
|-----------------------------------------|---------------------|-------|-------|
| Número de actores de la red             |                     | 2,661 | 2,057 |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.04  | 0.07  |
|                                         | Desviación estándar | 0.01  | 0.02  |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 0.03  | 0.06  |
|                                         | Desviación estándar | 0.03  | 0.36  |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 0.03  | 0.06  |
|                                         | Desviación estándar | 0.20  | 0.06  |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 4.43  | 6.50  |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 0.18  | 0.27  |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El grado de entrada normalizado promedio tuvo valores cercanos a 0 en ambos casos, esto demuestra que los actores que tienen un rol de difusores de innovaciones atendían a grupos pequeños de productores. La desviación estándar de ese indicador aumentó en 2018 dado que la inserción de los técnicos provocó el acceso a la información a diversos grupos de productores causando asimetrías entre los productores y su grado de entrada con el resto de los actores presentes en la red.

El grado de salida normalizado promedio se duplicó de un valor inicial de 0.03 a uno final de 0.06. Los valores de grado de salida permiten valorar la capacidad de los productores para vincular e insertar a otros

actores para aprender innovaciones de ellos. Los valores también se incrementaron porque la presencia de los técnicos permitió que varios productores pudieran vincularse a ellos y adoptar nuevas prácticas.

La centralización de entrada se incrementó. Como se señaló en un inicio, el perfil del modelo de extensionismo tiende a incrementar la relevancia de los técnicos, pues en un periodo corto promueven un número amplio de innovaciones. Otra afirmación a la que se llega es que la centralización de salida se incrementó, y esto da cuenta de que un grupo de productores pudo vincularse a más fuentes de información con respecto al esquema establecido en el año anterior.

A la luz de los resultados obtenidos mediante el análisis de los indicadores de las redes de innovación de 2017 y 2018 en el estado de Veracruz, se afirma que hubo mejoras en la red de innovación final con respecto a la mapeada en la línea base, pues ésta es resultado de intervenciones aisladas e informales. El desempeño de la red previo a la intervención de los técnicos fue bajo en cuanto a los niveles de adopción de innovaciones.

El soporte institucional del CIMMYT y SAGARPA, a través de los asesores técnicos, permitió incrementar en un año los niveles de adopción de innovación y amplió el espectro de innovaciones en comparación con las que se manejaban inicialmente.

Algunos cambios positivos fueron observados, principalmente aquellos orientados a la gestión de la red. Por ejemplo, fuentes más centralizadas permiten un acceso más rápido a la información y hacen más eficaz la operación de los procesos de difusión. Además de que hubo inserción de otros actores a las redes.

Rediseñar una estrategia de intervención en un entorno de soporte técnico de pago público debe estar orientado a alcanzar la eficiencia presupuestal, es decir, que los recursos invertidos se utilicen de forma óptima. Una manera de lograrlo es la identificación de actores fuente que permitan catalizar los flujos de información dentro de la red, hacia los

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

actores que menos innovaciones practicaron durante el periodo de implementación del componente.

Gracias al análisis de la red de innovación se asume que involucrar a los beneficiarios en su totalidad de forma directa, limita la eficiencia. El cuadro 16-3 muestra las coberturas que determinado número de actores puede alcanzar dentro de la red para la difusión (fuente) y adopción (colector) en 2017 y 2018.

Cuadro 16-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Veracruz

| Número de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |            | Cobertura 2018 (%) |            |
|---------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|                                 | Fuente             | Colectores | Fuente             | Colectores |
| 3                               | 12                 | 1          | 17                 | 1          |
| 5                               | 16                 | 1          | 26                 | 2          |
| 10                              | 25                 | 2          | 40                 | 3          |
| 15                              | 32                 | 2          | 47                 | 4          |
| 20                              | 37                 | 3          | 51                 | 5          |
| 25                              | 41                 | 3          | 55                 | 5          |
| 30                              | 43                 | 4          | 57                 | 6          |
| 35                              | 46                 | 4          | 59                 | 7          |
| 40                              | 49                 | 4          | 60                 | 8          |
| 45                              | 51                 | 5          | 61                 | 8          |
| 50                              | 52                 | 5          | 62                 | 9          |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El incremento de la cobertura de las fuentes de información para 2017 y 2018 registra saltos superiores al 50 % cuando se consideran de 3 a 10 actores, y a partir de ahí los incrementos son cada vez más marginales, como lo muestra la figura 16-5. Es decir, trabajar hasta con 10 actores permitió obtener una cobertura de 25 % en 2017, y de 40 % en 2018, resultado que contrasta con el 52 y 62 % que se podrían obtener, respectivamente, en esos años contemplando un grupo de 50 actores.

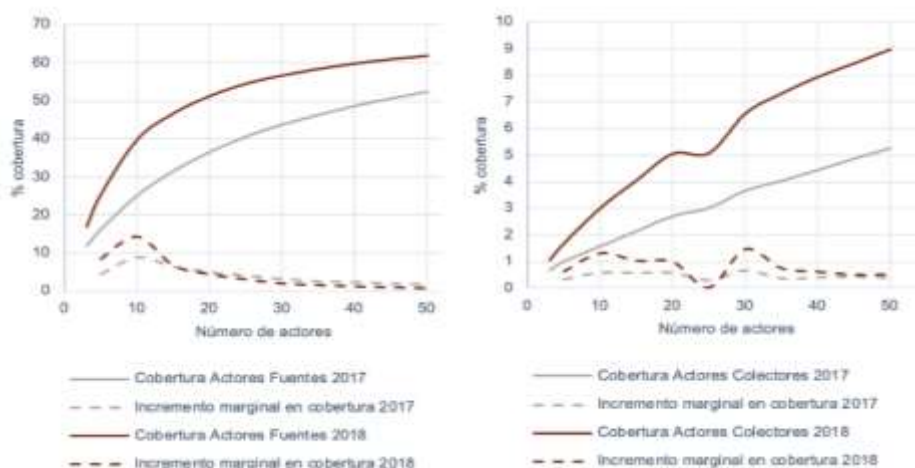


Figura 16-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El alcance en cobertura para los colectores es mucho menor que el de las fuentes. Por tratarse de una red de innovación, los colectores se vinculan normalmente con un pequeño número de actores a los que consultan para realizar determinadas prácticas. Los actores fuente, por su parte, reciben a grupos más amplios de productores, por ejemplo, un proveedor de fertilizantes puede difundir ciertas prácticas a toda una comunidad de productores. Tal es el caso para los asesores técnicos en Veracruz que logran aglutinar grandes cantidades de productores directa e indirectamente (Figura 16-6).

Involucrar a colectores en un proceso de gestión de la innovación, brinda la posibilidad de conectarlos de manera más rápida a las fuentes de información, considerando que el principal atributo de los colectores es que son buscadores de información. Partiendo del hecho de que los colectores practican innovaciones ya probadas por otros productores o se informan por otros actores antes de adoptar una nueva práctica, dan

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

la oportunidad de difundir innovaciones en las cuales el resto de los productores podrían percibir menos riesgos.

Identificar el número adecuado de fuentes y de colectores de información puede ser útil para implementar una estrategia de difusión de innovaciones más eficiente; sin embargo, la limitante es que parte de la inserción de actores centrales desde el punto de vista del análisis de la red. En contraparte, el proceso de innovar, como se señaló inicialmente, debe contribuir a la generación de valor en todos los actores de la red, sobre todo en aquellos cuya inserción a la red se ha dado de manera más periférica.

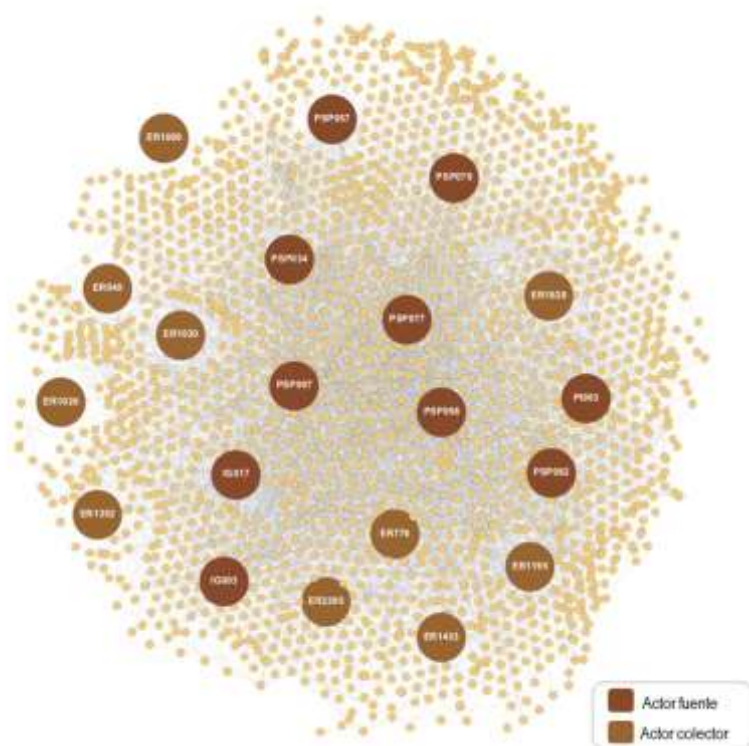


Figura 16-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Veracruz

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 16.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018

El modelo de extensión implementado tuvo resultados positivos en algunas de las variables estudiadas. El análisis de comparación de medias para muestras pareadas permitió identificar algunas variables de interés. De acuerdo con el cuadro 16-4, las variables superficie, rendimientos, nivel de innovación (InAI) e integración (%) fueron estadísticamente diferentes en los dos años en los que la intervención operó mediante acompañamiento técnico.

Cuadro 16-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz ProAgro 2017 y 2018 del estado de Veracruz

| Variable<br>n=848  | Media |       | Desviación<br>estándar |      | Coeficiente<br>de variación |        | Significancia |
|--------------------|-------|-------|------------------------|------|-----------------------------|--------|---------------|
|                    | 2017  | 2018  | 2017                   | 2018 | 2017                        | 2018   |               |
| Superficie (ha)    | 202   | 1.8   | 1.2                    | 1.1  | 0.59                        | 61.11  | 0.000         |
| Rendimiento (t/ha) | 2.2   | 2.4   | 1.1                    | 1.3  | 50.00                       | 54.17  | 0.000         |
| InAI (%)           | 13    | 21    | 7.91                   | 9.08 | 60.85                       | 43.24  | 0.000         |
| Integración (%)    | 0.007 | 0.004 | 0.02                   | 0.03 | 285.71                      | 750.00 | 0.000         |
| Radialidad (%)     | 0.051 | 0.07  | 0.03                   | 0.07 | 58.82                       | 100.00 | 0.074         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio "Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH".

La prueba de comparación de medias pareadas indica que los productores están adoptando innovaciones y que la red mejoró su estructura. Los rendimientos iniciales mantuvieron una media de 2.2 t/ha, y alcanzaron un valor de 2.4, lo que significa que los productores que mejoraron los rendimientos superaban ya el promedio de 1 t/ha obtenido por el total de productores para ese mismo indicador. Como se mostró en el propósito del componente, las innovaciones promovidas en el marco del Componente se clasifican como de proceso y su grado de novedad varía dependiendo la práctica específica y la unidad de producción adoptante.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

En ese sentido, reorientar la estrategia con base en la información existente puede complementarse con la identificación de grupos de productores en función de sus rendimientos. Un análisis de clúster k-medias que consideró sólo a productores con rendimientos superiores a 1 t/ha, permitió clasificar a los productores en tres grupos, partiendo de sus rendimientos para el año 2018: alto, medio y bajo como se muestra en la figura 16-7.

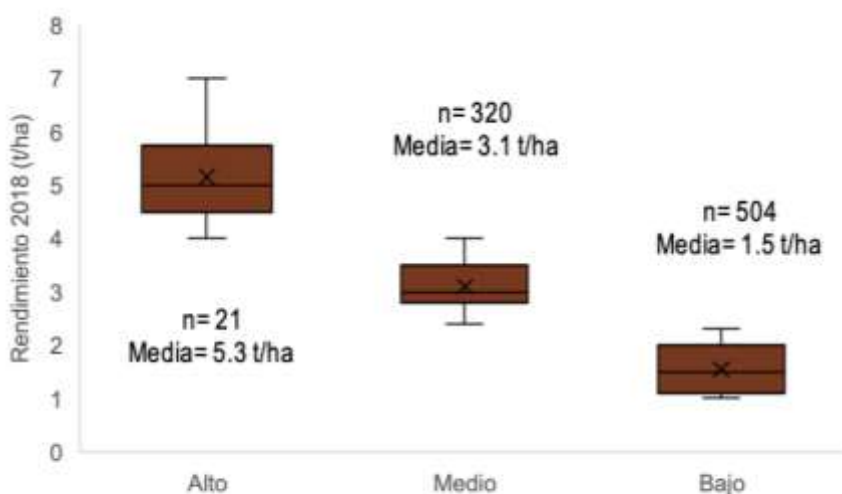


Figura 16-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Veracruz de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La brecha entre los productores de rendimiento bajo y medio es de 1.5 t/ha, la de medio a alto, de 2.3 t/ha, y la de bajo a alto, de 3.8 t/ha. En contraste, el tamaño del grupo de productores de rendimiento promedio alto es apenas de 21 y, conforme los rendimientos medios disminuyen, la cantidad de productores de cada grupo se incrementa. Otra consideración es que el grupo de productores de rendimiento promedio alto

es de 21 observaciones, y al tratarse de una red de innovación estatal, la posibilidad de vincularlos con productores de rendimientos bajos requiere un esfuerzo exhaustivo.

La oportunidad de vinculación para los productores de bajo rendimiento es más viable si se orienta hacia los productores de rendimiento medio, pues seguramente éstos se encuentran distribuidos a lo largo del estado y en concentraciones relativamente más altas.

Adicionalmente a los rendimientos observados entre los tres grupos de productores, otras variables de interés fueron analizadas para identificar su comportamiento. En el cuadro 16-5 se presentan los resultados de la prueba de t para el rendimiento, el índice de adopción de innovaciones, la integración y la radialidad.

**Cuadro 16-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Veracruz**

| Variables          | Bajo               |                    | Medio              |                    | Alto              |                   |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
|                    | 2017               | 2018               | 2017               | 2018               | 2017              | 2018              |
| Rendimiento (t/ha) | 1.8 <sup>a</sup>   | 1.5 <sup>b</sup>   | 2.8 <sup>b</sup>   | 3.1 <sup>a</sup>   | 2.7 <sup>b</sup>  | 5.3 <sup>a</sup>  |
| InAI (%)           | 12 <sup>b</sup>    | 19.2 <sup>a</sup>  | 14.7 <sup>b</sup>  | 23.3 <sup>a</sup>  | 11 <sup>b</sup>   | 19 <sup>a</sup>   |
| Integración (%)    | 0.002 <sup>a</sup> | 0.004 <sup>a</sup> | 0.003 <sup>b</sup> | 0.005 <sup>a</sup> | 0.00 <sup>a</sup> | 0.00 <sup>a</sup> |
| Radialidad (%)     | 0.04 <sup>b</sup>  | 0.06 <sup>a</sup>  | 0.06 <sup>b</sup>  | 0.09 <sup>a</sup>  | 0.04 <sup>b</sup> | 0.08 <sup>a</sup> |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

El índice de adopción de innovaciones tuvo incrementos significativos en todos los grupos en 2017 y 2018. Sin embargo, el grupo de rendimientos promedio bajos tuvo un decremento significativo en t/ha obtenidas en el 2018, a diferencia de los otros grupos que obtuvieron cambios positivos. La variable de radialidad tuvo también incrementos positivos para todos los grupos, a diferencia de la variable de integración que sólo se incrementó en el grupo de rendimiento medio.

El perfil del productor puede explicar en algún grado los rendimientos que éste obtiene en la producción de maíz. Sin embargo, el cuadro 16-6 da cuenta de que algunos atributos como la edad y las fuentes de información con las que el productor se relaciona para pedir (radialidad) o dar soporte (integración) a una innovación, no guardan una relación de significancia como variables explicativas de los rendimientos. Por su parte, el nivel de innovación de cada productor sí permite explicar en algún grado los rendimientos. Por el signo positivo del coeficiente se afirma que a mayor nivel de innovaciones mayores rendimientos pueden ser obtenidos.

Cuadro 16-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Veracruz en los rendimientos obtenidos en 2018

| n=845                         | b      | Error estándar | Significancia |
|-------------------------------|--------|----------------|---------------|
| Intercepto                    | 1.24   | 0.23           | 0.00          |
| Edad (años)                   | 0.004  | 0.003          | 0.24          |
| lnAI                          | 0.026  | 0.004          | 0.00          |
| Integración                   | -1.92  | 1.25           | 0.12          |
| Radialidad                    | -0.105 | 0.51           | 0.84          |
| <b>p de F</b>                 | 9.51   |                | 0.00          |
| <b>R<sup>2</sup></b>          | 0.04   |                |               |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b> | 0.09   |                |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Un modelo similar al anterior se utilizó para identificar relaciones de causalidad entre las innovaciones que los productores pudieron realizar y los rendimientos que éstos obtenían. El cuadro 16-7 presenta las innovaciones del catálogo promovidas por los técnicos, y los niveles de significancia de cada práctica.

El modelo tiene un nivel de significancia inferior a 0.05 por lo que se afirma que las variables independientes (innovaciones) pueden explicar la variable dependiente (rendimiento). El  $R^2$  es 0.396 y esto indica que el modelo explica 39 % de la varianza de los rendimientos. De

acuerdo con los coeficientes beta ( $\beta$ ) se pudo identificar que las innovaciones que mejor explican los rendimientos son la fertilización balanceada, el análisis de suelo y el manejo poscosecha. Los micronutrientes tuvieron un nivel de significancia aceptable, sin embargo, el coeficiente beta ( $\beta$ ) tiene un signo negativo, lo que significa que a mayor uso de micronutrientes menores rendimientos se obtienen. Los procesos que pueden explicar ese fenómeno son inciertos, pero puede suponerse que no existe conocimiento sobre las dosis de micronutrientes adecuadas para el cultivo de maíz.

Cuadro 16-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Veracruz en los rendimientos obtenidos en 2018

| n=845                     | b     | Error estándar | Significancia |
|---------------------------|-------|----------------|---------------|
| Intercepto                | 1.32  | 0.09           | 0             |
| Subsoleo                  | -0.16 | 0.12           | 0.21          |
| Camas permanentes         | -0.79 | 0.52           | 0.12          |
| Siembra directa           | -0.28 | 0.14           | 0.04          |
| Poscosecha                | 0.35  | 0.08           | 0.00          |
| Análisis de suelo         | 0.40  | 0.15           | 0.00          |
| Análisis foliar           | -0.14 | 0.33           | 0.67          |
| Fertilización             | 0.72  | 0.08           | 0.00          |
| Micronutrientes           | -0.40 | 0.11           | 0.00          |
| Composta                  | 0.13  | 0.21           | 0.50          |
| Mejoradores de suelo      | 0.05  | 0.11           | 0.60          |
| Micorrizas                | 0.15  | 0.14           | 0.29          |
| Maíz mejorado MasAgro     | -0.05 | 0.12           | 0.68          |
| Tratamiento para semillas | 0.19  | 0.08           | 0.02          |
| p de F                    | 11.9  |                | 0.00          |
| R <sup>2</sup>            | 0.39  |                |               |
| R <sup>2</sup> ajustado   | 0.15  |                |               |

## 16.4 Conclusiones y recomendaciones

Con la evidencia disponible a lo largo del capítulo, se concluye que los niveles de innovación tuvieron un incremento, pero ¿los procesos de innovación generaron valor? De acuerdo con el análisis del perfil del productor, puede concluirse que sí. El nivel de adopción de innovaciones (InAI) fue la única variable que tuvo un efecto positivo en los rendimientos.

Sin embargo, no todas las innovaciones tienen efecto positivo y significativo. Con el modelo de análisis de cada innovación para explicar el rendimiento, se identificó que debe reestructurarse el catálogo de innovaciones promovido por la estrategia en cuestión, pues no todas las innovaciones están generando el mismo valor. Lo anterior ofrece una oportunidad de concentrar de manera más puntual el trabajo de los futuros asesores técnicos que trabajen en el territorio en un grupo más reducido de innovaciones a promover.

Otra interrogante que permite concluir si la intervención tiene un carácter legítimo es ¿El modelo de extensión resolvió una situación problema? La pregunta es compleja, pero la evidencia demostró que el proceso de difusión de innovaciones limitado a un grupo menor de prácticas puede dar mejores resultados a nivel de rendimientos. Sin embargo, la evidencia también muestra que los incrementos en los rendimientos se concentraron en los grupos que desde la línea base ya mostraban buenos niveles para esa variable, y que el valor generado por el incremento no pudo incluir a las unidades de producción que tenían bajos rendimientos desde el inicio.

Un siguiente aspecto que considerar es que una reducción del catálogo de innovaciones (de proceso) daría la posibilidad de promover innovaciones organizativas y de gestión que permitan mejoras a nivel de comercialización y compra de insumos, entre otros beneficios.

Para la gestión de la red se recomienda un esfuerzo por incluir actores más periféricos y de bajos rendimientos a través de un enfoque de proceso de gestión del conocimiento más focalizado. El análisis de grupos permitió plantear que los productores de rendimiento medio pueden ser los promotores de diversas innovaciones. Dotar de incentivos a estos productores para compartir esos conocimientos y ofrecer canales de intercambio de información eficientes es una tarea que cualquier proceso de extensión, orientado a la autogestión de redes de innovación, debe considerar durante la implementación.

Finalmente, los resultados obtenidos del análisis tendrían que ser mapeados con una tercera encuesta en un lapso más amplio para poder visualizar el desempeño de la operación del componente.

## Capítulo 17. Yucatán. Síntesis de resultados

BEY JAMELYD LÓPEZ TORRES<sup>1</sup>

### 17.1 Información general

De acuerdo con información de SIAP (2019), el estado de Yucatán, en 2017, tuvo una producción de 111,428.25 t de maíz, la cual representó el 0.4 % de la producción total del país, ubicándolo en el vigésimo cuarto lugar del *ranking* nacional. Además, la producción en el estado presenta un rendimiento promedio de 0.9 t/ha, el cual se encuentra por debajo de la media nacional (3.8 t/ha). Respecto a la superficie sembrada, el estado ocupa el décimo noveno lugar a nivel nacional con una superficie sembrada con maíz de 112,756 ha.

En el estado de Yucatán el programa PROAGRO Productivo, en 2017, trabajó en seis municipios, alcanzando una cobertura de 192 productores de maíz; en 2018 la cobertura se incrementó a 16 municipios, pasando de 192 a 750 productores a quienes se brindó asistencia técnica. El cuadro 17-1 muestra información promedio de variables como rendimiento, superficie y porcentaje de maíz utilizado para autoconsumo. Al realizarse el mapeo de redes de innovación con los productores de maíz atendidos por PROAGRO Productivo, se les preguntó de quién aprenden las innovaciones que practican. En 2017 el tamaño de la red fue de 316 actores, mientras que en 2018 este número pasó a 1,129. Los actores que se encontraron en la red fueron principalmente familiares, instituciones gubernamentales, prestadores de servicios profesionales, proveedores de insumos, centros de acopio, organizaciones de productores y proveedores de servicios financieros.

---

<sup>1</sup> Doctora en Problemas Económico-Agroindustriales. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial, Universidad Autónoma Chapingo (CIES-TAAM-UACH), correo electrónico: bey.jamelyd@gmail.com

**Cuadro 17-1. Información general del estado de Yucatán**

| <b>Variable</b>          | <b>2017</b> | <b>2018</b> |
|--------------------------|-------------|-------------|
| Número de productores    | 192         | 750         |
| Edad (años)              | 57          | 59          |
| Rendimiento (t/ha)       | 1.02        | 1.07        |
| Superficie promedio (ha) | 2.3         | 2.2         |
| Autoconsumo promedio (%) | 94          | 84          |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## **17.2 Caracterización de la red de innovación de maíz del estado de Yucatán**

### **Dinámica de innovación**

En el mapeo de la Red de Innovación de Yucatán se identificó la tasa de adopción de las 19 innovaciones que promovió PROAGRO Productivo en 2017 y 2018. La figura 17-1 muestra las innovaciones que llevaban a cabo los productores en 2017, cinco de ellas las ejercieron al menos 5 % de los productores; las más practicadas fueron fertilización y criollos mejorados efectuadas por el 55 y 46 % de los productores, respectivamente. La figura 17-2 registra las innovaciones practicadas en 2018.

En 2017 se practicaban 11 innovaciones con un rango de 2 a 55 % de los productores; en 2018 fueron practicadas 12 innovaciones en un rango de 1 a 49 % de los productores. En 2018 los productores realizaban más innovaciones y cada una de ellas fue ejecutada por una mayor cantidad de productores respecto a 2017.

Con relación al nivel de innovación de los productores, la figura 17-3 indica que no hubo incremento en este rubro. En 2017 y 2018 los productores realizaron, en promedio, una innovación.



Figura 17-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Yucatán y principales actores que las promueven, 2017

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.



Figura 17-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Yucatán y principales actores que las promueven, 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

### Redes de innovación en la producción de maíz en México

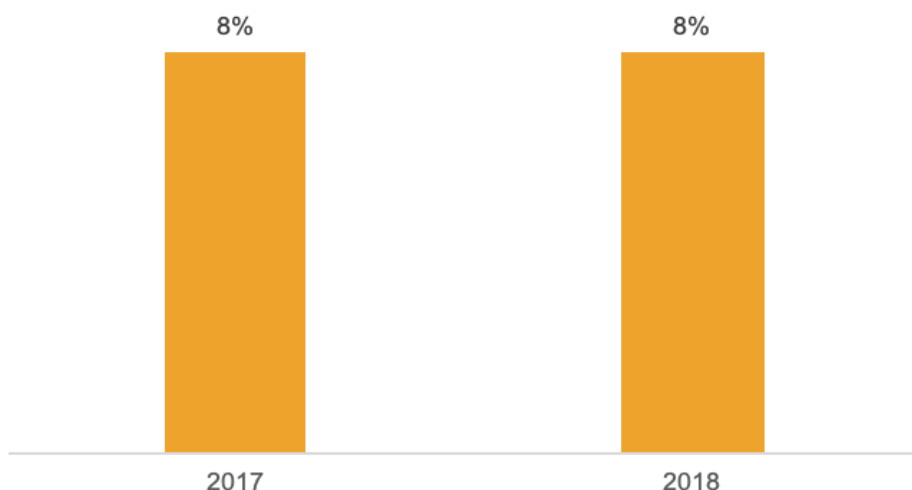


Figura 17-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Yucatán, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

### Red de innovación

En los territorios existe una diversidad de actores con los cuales los productores interactúan para obtener información y recursos para innovar. Sin embargo, no todos los actores presentes tienen la misma importancia para el productor. La figura 17-4 muestra a los actores presentes en las redes de aprendizaje de los productores en 2017 y 2018; también se observa que en 2018 cambia el grosor de las relaciones de los productores con actores como IG, PI, OR, PF, PSP e IE, además aparecen actores nuevos como CA y ERe. Los esfuerzos de los extensionistas van de acuerdo con lo señalado por Solleiro-Rebolledo et al. (2017) quienes definen al extensionismo como uno de los mecanismos más efectivos para facilitar el acceso de los actores del campo a conocimientos y tecnologías de alto valor, impulsar su interacción con organismos dedica-

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

dos a la investigación, enseñanza, agroindustria y otros, así como favorecer los procesos de transferencia de tecnología e innovación para fomentar la competitividad del sector.

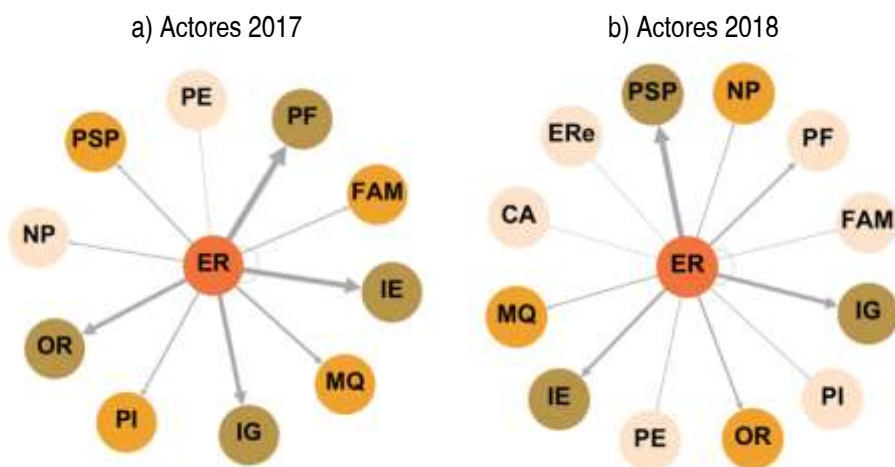


Figura 17-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Yucatán

Nota: Mayor grosor de la línea indica que el actor es más veces referido como fuente de información.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En el cuadro 17-2 se observa que los actores de la red de innovación incrementaron 257 % de 2017 a 2018. Debido a este incremento y a que el número de relaciones entre los actores no aumentó en la misma proporción, el resultado es que la densidad disminuyó 67 %, la desviación estándar de este indicador fue mayor en 2017 que en 2018. Aunque el valor de la densidad pareciera ser bajo, coincide con lo reportado en otras investigaciones en las que la densidad no supera el 4 % (Rodríguez et al., 2016; Muñoz-Rodríguez et al., 2007; Roldán-Suárez, Rendón-Medel, & Camacho, 2018). Los grados de entrada y de salida disminuyeron 67 % (efecto también del incremento de actores) indicando que la

red de 2018 es menos dinámica que la de 2017, la desviación de los datos es menor en 2018 que en 2017. El índice de centralización de entrada es el único indicador que incrementó 39 %, lo que indica que los actores que centralizaban la red por ser fuente de información en 2018 siguen siendo centralizadores y ahora con más fuerza, mientras que el índice de centralización de salida disminuyó 65 %. Los productores preguntan menos de lo que lo hacían en 2017 lo que puede retrasar el aprendizaje y la colaboración de los actores.

Cuadro 17-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Yucatán

| Indicador                               |                     | 2017 | 2018  |
|-----------------------------------------|---------------------|------|-------|
| Número de actores de la red             |                     | 316  | 1,129 |
| Densidad                                | Valor (%)           | 0.31 | 0.1   |
|                                         | Desviación estándar | 0.05 | 0.03  |
| Grado de entrada normalizado promedio   | Valor (%)           | 30   | 10    |
|                                         | Desviación estándar | 0.88 | 0.52  |
| Grado de salida normalizado promedio    | Valor (%)           | 30   | 10    |
|                                         | Desviación estándar | 0.27 | 0.09  |
| Índice de centralización de entrada (%) |                     | 6.26 | 8.71  |
| Índice de centralización de salida (%)  |                     | 1.15 | 0.40  |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En procesos de transferencia de tecnología es útil conocer quiénes son los actores clave que pueden ayudar a hacer más eficiente la difusión de innovaciones. El cuadro 17-3 muestra las coberturas de la red calculadas para diferente número de actores (de 3 hasta 50), así como el incremento marginal en el alcance derivado del cambio en el número de actores clave. Se marcan en color gris las celdas en las que se encuentra la mayor eficiencia por tipo de actor y año. En 2017 y 2018, con 10 actores clave como fuentes de información se tenía la mayor eficiencia alcanzando coberturas de 45 y 44 %, respectivamente, con el menor número de actores fuente. Para el caso de los actores colectores, en

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

2017 la mayor eficiencia en cobertura se tenía con 15 actores clave con quienes se obtuvo una cobertura de 15 % de la red; en 2018 la mayor eficiencia en alcance se consiguió con 10 actores y una cobertura de 6 %. La disminución del Índice de centralización de salida del cuadro 17-3 se confirma con la disminución de cobertura de los actores colectores de información ya que, en 2018, para lograr una cobertura de la red similar a la alcanzada en 2017 con 15 actores, se requeriría de 45 actores clave.

Cuadro 17-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Yucatán

| Número de actores seleccionados | Cobertura 2017 (%) |            | Cobertura 2018 (%) |            |
|---------------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
|                                 | Fuentes            | Colectores | Fuentes            | Colectores |
| 3                               | 19                 | 4          | 23                 | 3          |
| 5                               | 29                 | 7          | 32                 | 4          |
| 10                              | 46                 | 11         | 44                 | 6          |
| 15                              | 54                 | 15         | 50                 | 8          |
| 20                              | 61                 | 18         | 53                 | 9          |
| 25                              | 65                 | 20         | 56                 | 11         |
| 30                              | 68                 | 23         | 57                 | 12         |
| 35                              | 72                 | 25         | 59                 | 13         |
| 40                              | 75                 | 28         | 60                 | 14         |
| 45                              | 79                 | 31         | 62                 | 15         |
| 50                              | 81                 | 34         | 62                 | 15         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La comparación de las coberturas con diferente número de actores permite identificar el número óptimo que pueden participar en una estrategia de difusión de innovaciones para invertir la menor cantidad de recursos y obtener el mayor alcance de la red. El incremento marginal señala el incremento en alcance de la red al aumentar cinco actores clave más a una estrategia de difusión de innovaciones.

La figura 17-5 indica que, en 2018, el tamaño óptimo de actores clave fuentes y colectores para obtener el mayor alcance de la red fue

de 10, que es el número de actores con los que se tuvo el mayor incremento marginal; a partir de ese punto, el cambio marginal es negativo.

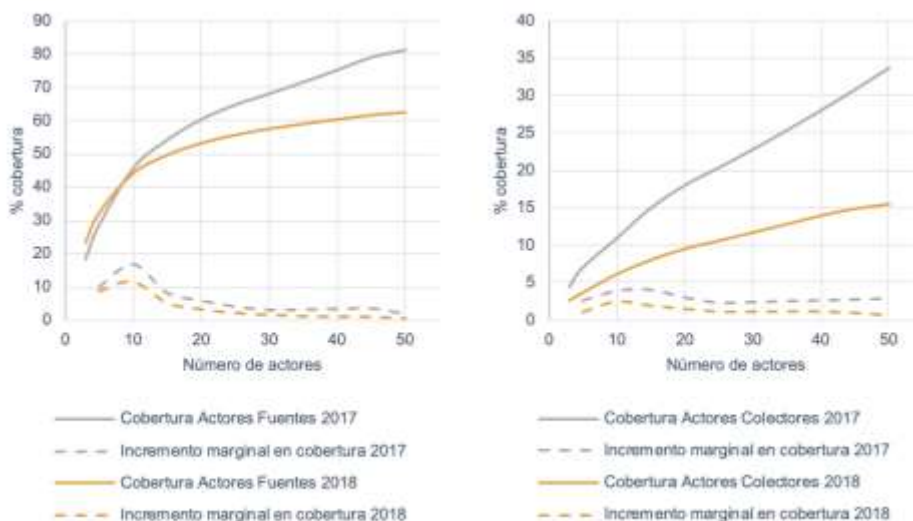


Figura 17-5. Comparación de cobertura de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Así, con base en la identificación del número eficiente en la selección de actores clave, es decir, empleando criterios de cercanía y focalización, se pueden obtener incrementos de la cobertura de los agentes de cambio, como lo demuestran López et al., (2016). La figura 17-6 registra los 10 actores clave fuentes y 10 actores clave colectores de la red de innovación. En la misma se observa que los actores clave fuente de conocimiento son diversos, entre ellos se encuentran tres prestadores de servicios profesionales, cuatro instituciones gubernamentales, dos productores líderes y una institución de enseñanza e investigación.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

Con respecto a los actores colectores, todos son productores que formaron parte de la población objetivo del programa.

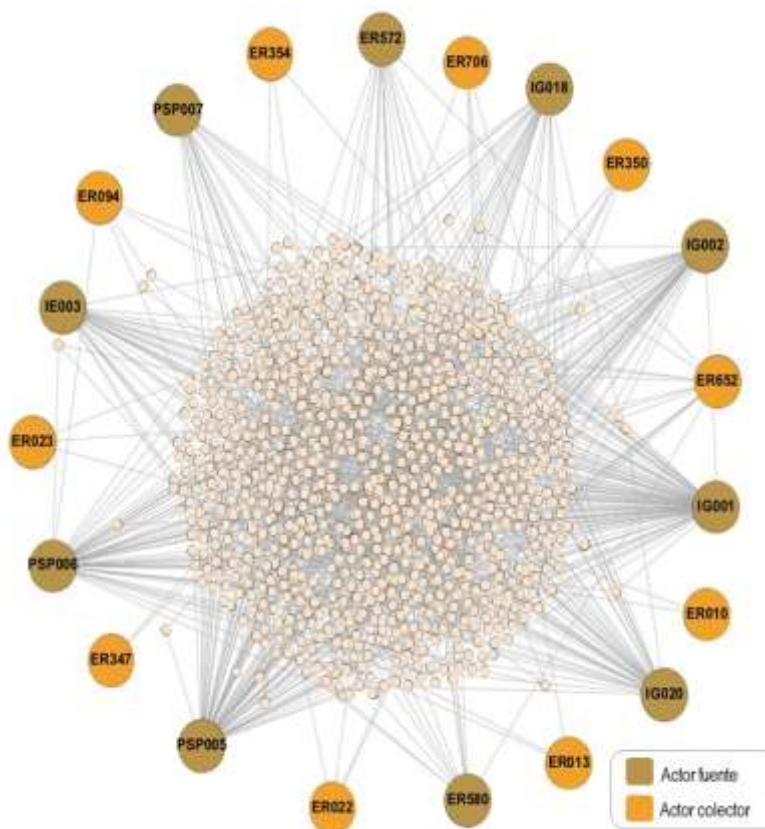


Figura 17-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Yucatán

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 17.3 Cambios en la operación de PROAGRO Productivo 2017-2018

Para estimar las diferencias significativas entre un año y otro, se analizaron a los productores de manera paralela quedando una muestra de 150 productores que fueron entrevistados en 2017 y 2018. El cuadro 17-4 muestra las estadísticas descriptivas de estos productores; todas las variables presentaron una diferencia altamente significativa de 2017 a 2018.

Cuadro 17-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Yucatán

| Variables<br>n=150 | Media |      | Desviación<br>estándar |      | Coeficiente<br>de Variación |        | Significancia |
|--------------------|-------|------|------------------------|------|-----------------------------|--------|---------------|
|                    | 2017  | 2018 | 2017                   | 2018 | 2017                        | 2018   |               |
| Superficie (ha)    | 2.4   | 2.2  | 1.5                    | 1.0  | 62.50                       | 45.45  | 0.000         |
| Rendimiento (t/ha) | 0.9   | 0.7  | 1.2                    | 0.6  | 133.33                      | 85.71  | 0.000         |
| InAI (%)           | 8     | 14   | 4.8                    | 5.5  | 60.00                       | 39.29  | 0.000         |
| Integración (%)    | 0.02  | 0.02 | 0.1                    | 0.1  | 500.00                      | 500.00 | 0.000         |
| Radialidad (%)     | 0.47  | 0.26 | 0.2                    | 0.1  | 42.55                       | 38.46  | 0.000         |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

La superficie sembrada con maíz pasó de 2.4 a 2.2 t (una disminución de 9 %), el rendimiento disminuyó 19 %, el nivel de innovación de los productores incrementó 67 %, la presencia de actores fuente de información disminuyó 25 %, en el mismo sentido la presencia de actores colectores disminuyó 46 %.

Cuando el indicador de integración disminuye indica que los productores han dejado de ser fuentes de información para los productores entrevistados, y que ahora los productores de maíz buscan diversificar sus fuentes de información consultando a otros actores, esta idea se comprueba con los resultados de la figura 17-4. La disminución del indicador de radialidad indica que los productores tienen menor actividad de búsqueda de información.

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

Dado que el rendimiento es una variable que se ve como el resultado del proceso de intervención de PROAGRO Productivo, se realizó una clasificación de los productores con base al rendimiento obtenido en 2018 (Figura 17-7).

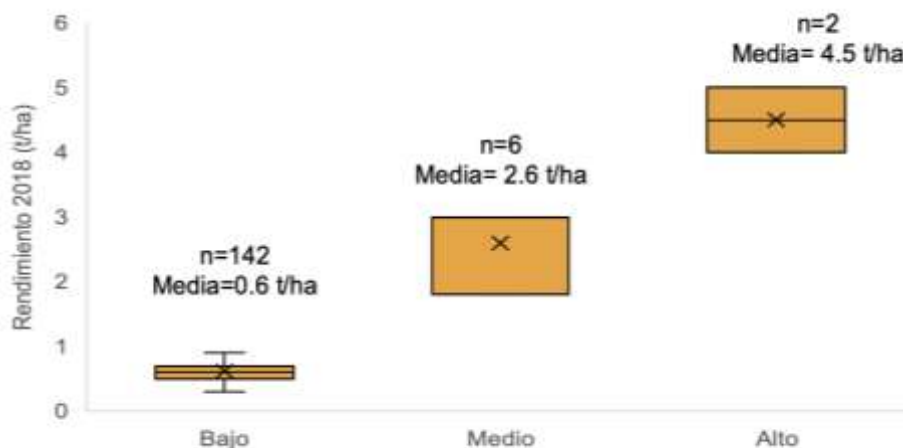


Figura 17-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Yucatán de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

En Yucatán, el grupo de productores con rendimientos bajos es el más grande, en éste se encuentra el 95 % de los productores; en el grupo de rendimientos medios se ubica el 4 % y en el de rendimientos altos el 1 %. En el grupo de rendimientos bajos, el rendimiento promedio es de 0.6 t/ha, sin embargo, los productores de este grupo tienen rendimientos que van de 0.3 a 0.9 t/ha. En el grupo de rendimientos medios, el promedio es de 2.6 t/ha, sin embargo, sus rendimientos van de 1.8 a 3 t/ha. En el grupo de rendimientos altos, el promedio es de 4.5 t/ha, sin embargo, éstos oscilan entre 4 y 5 t/ha.

A partir de esta agrupación, a continuación, se analizarán los cambios en los grupos de productores de 2017 a 2018 (Cuadro 17-5).

Cuadro 17-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Yucatán

| Variables          | Bajo               |                    | Medio              |                    | Alto               |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                    | 2017               | 2018               | 2017               | 2018               | 2017               | 2018               |
| Rendimiento (t/ha) | 0.8 <sup>a</sup>   | 0.6 <sup>b</sup>   | 2.6 <sup>a</sup>   | 2.6 <sup>a</sup>   | 3.0 <sup>a</sup>   | 4.5 <sup>a</sup>   |
| InAI (%)           | 8.1 <sup>b</sup>   | 13.7 <sup>a</sup>  | 13.2 <sup>b</sup>  | 20.0 <sup>a</sup>  | 10.5 <sup>a</sup>  | 12.5 <sup>a</sup>  |
| Integración (%)    | 0.024 <sup>a</sup> | 0.019 <sup>a</sup> | 0.000 <sup>a</sup> | 0.017 <sup>a</sup> | 0.182 <sup>a</sup> | 0.051 <sup>a</sup> |
| Radialidad (%)     | 0.477 <sup>a</sup> | 0.250 <sup>b</sup> | 0.425 <sup>a</sup> | 0.408 <sup>a</sup> | 0.455 <sup>a</sup> | 0.354 <sup>a</sup> |

\* Literales diferentes denotan diferencias significativas al 0.05.

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2017 y 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

De acuerdo a lo que se registra en el cuadro anterior, de 2017 a 2018, hubo cambios significativos en la mayoría de las variables del grupo bajo; el rendimiento disminuyó significativamente en este mismo grupo; en el grupo medio se mantuvo sin cambios, y en el grupo alto se incrementó, pero sin ser significativo.

El nivel de innovación de los productores incrementó en los tres grupos. El cambio fue significativo en los grupos bajo y medio, lo que demuestra que todos los productores incrementaron la adopción de las innovaciones promovidas por el programa PROAGRO Productivo en 2018, reflejando estos tres grupos su pertenencia al programa.

Los productores dejan de ser fuente de información para los otros productores por lo que disminuye el valor de la integralidad en los grupos bajo y alto, aunque el cambio no es significativo. El alcance de radialidad disminuye, es decir que la búsqueda de información de 2017 a 2018 disminuyó, esto se puede deber al incremento de actores en la red y a que no incrementaron en la misma proporción las relaciones en ésta. En general, se observa mayor nivel de radialidad que de integración en los grupos de productores, este resultado coincide con lo reportado por Aguilar-Gallegos et al. (2016a) en productores de hule.

Hasta ahora se ha visto que los valores de los rendimientos tuvieron cambios significativos en los momentos de análisis, por tal motivo se propuso un modelo de regresión lineal para identificar si el nivel de innovación, la edad del productor, los indicadores de integración y radialidad tienen algún impacto en los valores obtenidos. Un estudio similar es el que realizaron Damián et al. (2007) donde identificaron que existe relación directa entre el nivel de adopción de tecnología y los rendimientos de productores de maíz en el estado de Tlaxcala. El tamaño de la población analizada con este modelo fue de 150 productores. En este sentido, el cuadro 17-6 muestra que 11 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por las variables independientes.

Cuadro 17-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Yucatán en los rendimientos obtenidos en 2018

| n=150                   | b      | Error estándar | Significancia |
|-------------------------|--------|----------------|---------------|
| Intercepto              | 2.391  | 0.205          | 0.000         |
| Edad                    | -0.005 | 0.003          | 0.073         |
| lnAI                    | 0.005  | 0.005          | 0.361         |
| Integración             | -2.745 | 1.812          | 0.130         |
| Radialidad              | 14.805 | 1.924          | 0.000         |
| p de F                  |        | 4.124          | 0.002         |
| R <sup>2</sup>          |        | 0.115          |               |
| R <sup>2</sup> ajustado |        | 0.113          |               |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

Los resultados muestran que, en el estado de Yucatán, en 2018, el rendimiento de los productores que colaboraron con el programa PRO-AGRO Productivo dependió de la superficie sembrada con maíz, de su nivel de radialidad y, en menor medida, de la edad de los productores.

Para identificar cuáles son las innovaciones que influyen en el rendimiento de los productores de maíz en Yucatán, se propuso un modelo de regresión lineal en el que la variable dependiente es el rendimiento de maíz y las independientes son las innovaciones promovidas por el

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

programa PROAGRO Productivo en 2018. El tamaño de la población analizada con este modelo fue de 150 productores. Los datos del cuadro 17-7 indican que el 46 % de la variabilidad en los rendimientos se explica por las innovaciones implementadas. Las innovaciones significativas fueron: siembra directa con sembradora de precisión, secadora patio móvil, subsoleo y bioinsecticidas.

Cuadro 17-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Yucatán en los rendimientos obtenidos en 2018

| <b>n= 150</b>                 | <b>b</b> | <b>Error estándar</b> | <b>Significancia</b> |
|-------------------------------|----------|-----------------------|----------------------|
| Intercepto                    | 0.854    | 0.242                 | 0.001                |
| Subsoleo                      | 0.286    | 0.258                 | 0.270                |
| Siembra directa               | 0.819    | 0.228                 | 0.000                |
| Cultivos de cobertura         | -0.15    | 0.219                 | 0.493                |
| Poscosecha                    | -0.151   | 0.196                 | 0.442                |
| Desgranadora                  | 0.459    | 0.341                 | 0.180                |
| Secadora                      | 1.472    | 0.543                 | 0.008                |
| Análisis de suelo             | -0.874   | 0.68                  | 0.201                |
| Fertilización                 | 0.006    | 0.112                 | 0.954                |
| Micronutrientes               | 0.129    | 0.509                 | 0.800                |
| Composta                      | -0.032   | 0.155                 | 0.836                |
| Micorrizas                    | 0.094    | 0.169                 | 0.580                |
| Biofertilizantes              | -0.016   | 0.164                 | 0.923                |
| Maíz mejorado MasAgro         | -0.44    | 0.412                 | 0.287                |
| Criollos mejorados            | -0.07    | 0.108                 | 0.520                |
| Semillas mejoradas diversas   | 0.197    | 0.401                 | 0.624                |
| Bioinsecticidas               | -0.259   | 0.12                  | 0.033                |
| <b>p de F</b>                 |          | 7.14                  | 0.000                |
| <b>R<sup>2</sup></b>          |          | 0.462                 |                      |
| <b>R<sup>2</sup> ajustado</b> |          | 0.397                 |                      |

Fuente: elaboración propia con datos del convenio “Mapeo de Redes de Innovación PROAGRO Productivo, 2018 CIMMYT-CIESTAAM-UACH”.

## 17.4 Conclusiones y recomendaciones

La comparación de la Red de Innovación de productores de maíz de 2017 y 2018 muestra que hay cambios significativos en cuanto al tamaño de la red y el nivel de innovación de los productores con una tendencia

a una mayor adopción de innovaciones, además de que esto se relaciona con que los productores cambiaron sus fuentes de información de un año a otro. Sin embargo, es importante destacar que los niveles de innovación y rendimiento encontrados son bajos en comparación con otros estados.

La estructura de la Red de Innovación cambió de 2017 a 2018 con mayor presencia de actores y cambios en las fuentes de conocimiento de los productores. Se requiere una aceleración en la generación de relaciones para que los indicadores de cobertura de la red incrementen y en lo futuro se favorezca la difusión de innovaciones.

Los productores de maíz en Yucatán son productores que utilizan la mayor proporción de su maíz para el autoconsumo, comercializando menos del 20 % de su producción. Esta característica de la región, aunada al bajo nivel de innovación, hace que la mayoría de los productores se ubiquen en el grupo de productores con bajo rendimiento (inferiores a 1 t/ha). La mayor colecta de información de calidad por parte de los productores llevará a una adopción gradual e incremental de innovaciones año con año, lo que a largo plazo puede incrementar el rendimiento del grano.

Es necesario que futuras intervenciones de extensionismo identifiquen la mejor combinación de innovaciones que los productores del estado de Yucatán requieren para satisfacer sus necesidades, cuidando, a la vez, los principios de sustentabilidad del territorio.

Se recomienda que, en futuras estrategias de intervención de gestión de la innovación, se utilicen los resultados que en este capítulo se muestran, como punto de partida para la definición de indicadores y metas de su intervención, además de que la información proporcionada es de utilidad para la difusión del conocimiento.

## Capítulo 18. Lecciones aprendidas

JOSÉ GUADALUPE FLORES GARZA<sup>1</sup>

Continuidad y oportunidad, elementos que determinan el éxito de un buen acompañamiento técnico, querer entender el acompañamiento técnico de una forma diferente, la experiencia dice que no funciona. En 2018 esas dos sencillas palabras han significado mucho para miles de productores beneficiarios del componente PROAGRO Productivo que reciben el acompañamiento técnico operado por el CIMMYT.

En procesos de aprendizaje, la continuidad es un elemento determinante para alcanzar resultados sostenibles, y el acompañamiento técnico PROAGRO Productivo 2018 lo tuvo, ya que, de entrada, se dio seguimiento preferentemente a productores de continuidad beneficiarios en 2017, sin dejar de incorporar a nuevos beneficiarios en el 2018.

Otro elemento fundamental de un correcto acompañamiento técnico es, sin duda, la oportunidad con la que se realizan las actividades de los asesores técnicos con los productores en sus predios. En 2018 esto fue posible, ya que se iniciaron actividades en el mes de abril, permitiendo la intervención desde la preparación del terreno y siembra, etapas determinantes para la obtención de los resultados esperados por los productores.

El escuchar de los propios productores los beneficios palpables que han observado en los dos años de operación del acompañamiento técnico PROAGRO Productivo en sus predios, resaltando que por primera vez se tiene una asistencia técnica de calidad, oportuna y, sobre todo, con una continuidad, habla sin duda de una metodología que marca un parteaguas en lo que se refiere a las políticas públicas que involucran acompañamiento técnico en el sector agrícola en nuestro país.

---

<sup>1</sup> Responsable del Proyecto PROAGRO Productivo 2017-2018. Correo electrónico: j.flores@cgiar.org

La metodología del CIMMYT de hub o nodos de innovación, es un sistema de redes colaborativas para la experimentación, validación, divulgación y adopción de innovaciones tecnológicas, cuyo fin es facilitar la difusión de mejoras en las prácticas agrícolas –donde el productor es el principal promotor– a través del trabajo participativo con asesores técnicos, científicos, universidades, iniciativa privada y funcionarios gubernamentales. Cada uno tiene una infraestructura física compuesta por plataformas experimentales, módulos demostrativos y áreas de extensión e impacto.

Es a través de la metodología descrita que el CIMMYT fomenta la innovación, la transferencia de tecnologías y la adopción de semillas mejoradas, así como de prácticas agronómicas sustentables entre productores de pequeña escala que, en conjunto, permitan tener rendimientos más altos y estables, generar un menor impacto en el medio ambiente y tener mayores ingresos.

La metodología de innovación desarrollada y ejecutada por el CIMMYT para el acompañamiento técnico considera la revaloración del papel de las y los extensionistas, dando certidumbre a su labor profesional a través del pago oportuno y sistemático. Esta valoración se refleja en el trabajo que realizan día a día con los productores en sus predios, poniendo en práctica su experiencia y conocimiento que por mucho tiempo no pudieron aplicarlos por lo tardío de la entrada de programas de asistencia técnica. Por lo tanto, un acompañamiento técnico más permanente y presencial a nivel del productor (visitas de campo y desarrollo de eventos en predios) promueve mayor adopción de innovaciones tecnológicas y genera mayores efectos en campo (p.e. en rendimientos de los cultivos).

Sin duda, un gran esfuerzo implica llegar al mayor número de productores, sin embargo, las cifras toman un valor incalculable cuando se observa el impacto que se está generando en las áreas de intervención de los asesores técnicos con otros productores y más aún, cuando toda

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

esta información es analizada por diferentes colaboradores y su resultado final se hace llegar a los tomadores de decisiones de las políticas públicas del sector, con lo cual el CIMMYT y su modelo funcional de acompañamiento técnico, está contribuyendo a la mejora de las condiciones de vida de los productores para alcanzar la seguridad alimentaria de México.

Análisis como el contenido en este repositorio agrega un valor incalculable para programas de acompañamiento técnico que operen en los 15 estados aquí referidos, ya que el origen de la información analizada viene de los principales actores que son los productores, sus condiciones agroecológicas y nivel de innovación actual. Todos aquellos actores tomadores de decisiones en sus diferentes niveles tienen en sus manos el valor de la información que permite tomar mejores decisiones, eficientar los recursos y, finalmente, alcanzar el tan anhelado bienestar de los productores y el campo mexicano.

## Panorama nacional de las innovaciones en 2018

| Estado           | Innovaciones más adoptadas                                                   | Innovaciones menos adoptadas                                                          | Innovaciones que impactan en el rendimiento                                                                                                                      | Actores con mayor importancia como fuentes para la innovación |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Campeche         | Fertilización (72%);<br>Poscosecha (52%);<br>Feromonas (16%)                 | Semillas diversas mejoradas (1%); Estudios de mercado (1%);<br>Análisis de suelo (1%) | Siembra directa (+); Tratamiento para semillas (+); Biofertilizantes (+); Feromonas (-) y Semillas diversas mejoradas (+).                                       | FM; IG; CA; PSP                                               |
| Chiapas          | Fertilización (74%);<br>Poscosecha (9%);<br>Feromonas (26%)                  | Análisis foliar (15)<br>Análisis de suelo (3%);<br>Micorrizas (3%)                    | Subsoleo (+); Siembra directa (+); Poscosecha (-); Análisis de suelo (+); Fertilización (+); Mejoradores de suelo (+); Maíz mejorado MasAgro (+) y Feromonas (+) | IG; PF; PSP; IE                                               |
| Estado de México | Fertilización (63%);<br>Poscosecha (35%);<br>Tratamiento para semillas (27%) | Feromonas (3%);<br>Micorrizas (4%);<br>Análisis de suelo (7%)                         | Análisis de suelo (+); Micorrizas (+); Maíz mejorado MasAgro (+); Micronutrientes (+); Feromonas (-) y Poscosecha (-)                                            | PSP; IG; IE; PI                                               |
| Guanajuato       | Fertilización (46%);<br>Subsoleo (33%);<br>Micorrizas (25%)                  | Poscosecha (2%);<br>Azufre (2%);<br>Semillas diversas mejoradas (3%)                  | Subsoleo (-); Nivelación de suelos (+); Poscosecha (-); Agricultura por contrato (+)                                                                             | IG; PSP; CF; OR                                               |
| Guerrero         | Fertilización (64%);<br>Rastrojo (26%);<br>Composta (23%)                    | Mejoradores de suelo (1%);<br>Cultivos de cobertura (2%);<br>Análisis foliar (2%)     | Desvare (+); Subsoleo (+); Cal micronizada (+); Control biológico                                                                                                | IG; PSP                                                       |

| Estado    | Innovaciones más adoptadas                                               | Innovaciones menos adoptadas                                                               | Innovaciones que impactan en el rendimiento                                                                                                                                 | Actores con mayor importancia como fuentes para la innovación |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|           |                                                                          |                                                                                            | (-); Fertilización (+); Composta (-); Mejoradores de suelo (+); Feromonas (+); Monitoreo de plagas (+); Micronutrientes (+); Insectos benéficos (-) y Análisis de suelo (+) |                                                               |
| Hidalgo   | Fertilización (37%);<br>Composta (20%);<br>Siembra directa (19%)         | Desvare (1%);<br>Análisis foliar (1%);<br>Análisis de suelo (1%)                           | Desvare (+); Nivelación de suelos (+); Siembra directa (+); Feromonas (+) y Tratamiento para semillas (+)                                                                   | IG; PSP; PI; PF                                               |
| Jalisco   | Subsoleo (43%);<br>Fertilización (40%);<br>Siembra directa (35%)         | Micronutrientes (2%);<br>Camas permanentes (3%);<br>Nivelación de suelos (6%)              | Feromonas (+); Subsoleo (+); Fertilización (-); Mejoradores de suelo (+); Camas permanentes (-) y Monitoreo de plagas (-)                                                   | PSP; FAM; IE; OR                                              |
| Michoacán | Fertilización (50%);<br>Maíz mejorado MasAgro (28%);<br>Poscosecha (26%) | Insectos benéficos (1%);<br>Nivelación de suelos (2%);<br>Semillas diversas mejoradas (2%) | Micronutrientes (+); Maíz mejorado MasAgro; Feromonas (-)                                                                                                                   | IG; PSP; ERe; FM                                              |

*Redes de Innovación en la producción de maíz en México*

| <b>Estado</b> | <b>Innovaciones más adoptadas</b>                                                   | <b>Innovaciones menos adoptadas</b>                                             | <b>Innovaciones que impactan en el rendimiento</b>                                                                                                                    | <b>Actores con mayor importancia como fuentes para la innovación</b> |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Oaxaca        | Fertilización (53%);<br>Poscosecha (34%)<br>Composta (21%)                          | Análisis de suelo (1%);<br>Mejorado de suelo (4%);<br>Micronutrientes (6%)      | Subsoleo (+); Siembra directa (+); Poscosecha (+); Micronutrientes (+); Maíz mejorado MasAgro (+); Feromonas (+)                                                      | IE; PSP; IG                                                          |
| Puebla        | Fertilización (81%);<br>Micronutrientes (19%);<br>Composta (19%)                    | Semillas diversas mejoradas (1%); Mejoradores de suelo (1%);<br>Feromonas (2%)  | Subsoleo (+); Siembra directa (+); Poscosecha (-); Análisis de suelo (+); Micronutrientes (+); Maíz mejorado MasAgro (+); Feromonas (+) y Tratamiento de semillas (+) | FAM; PSP; PI; ERe                                                    |
| Querétaro     | Fertilización (30%);<br>Subsoleo (9%);<br>Feromonas (9%)                            | Mejoradores de suelo (1%);<br>Monitoreo de plagas (2%);<br>Siembra directa (2%) | Maíz mejorado MasAgro (+)                                                                                                                                             | IG; PSP; PF; OR                                                      |
| Quintana Roo  | Fertilización (80%);<br>Asociación de cultivos (33%);<br>Cultivos de cobertura (7%) | Subsoleo (1%);<br>Biofertilizantes (1%);<br>Criollos mejorados (2%)             |                                                                                                                                                                       | CI; PSP; IE; IG                                                      |
| Tlaxcala      | Fertilización (61%);<br>Composta (21%);<br>Subsoleo (18%)                           | Camas permanentes (1%);<br>Análisis foliar (1%);<br>Desvare (2%)                | Maíz mejorado MasAgro (+); Mejoradores de suelo (-) y Fertilización (-)                                                                                               | IG; PG; PF; PSP                                                      |

Roberto Rendón Medel (Coordinador)

| <b>Estado</b> | <b>Innovaciones más adoptadas</b>                                            | <b>Innovaciones menos adoptadas</b>                               | <b>Innovaciones que impactan en el rendimiento</b>                             | <b>Actores con mayor importancia como fuentes para la innovación</b> |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Veracruz      | Fertilización (45%);<br>Tratamiento para semillas (33%);<br>Poscosecha (33%) | Camas permanentes (1%);<br>Análisis foliar (1%);<br>Composta (3%) | Poscosecha (+); Análisis de suelo (+); Fertilización (+) y Micronutrientes (-) | PF; PSP; OR; IG                                                      |
| Yucatán       | Fertilización (49%);<br>Poscosecha (25%);<br>Criollos mejorados (20%)        | Micronutrientes (1%);<br>Desgranadora (1%);<br>Micorrizas (2%)    | Siembra directa (+);<br>Secadora (+) y<br>Subsoleo (+)                         | PSP; IE; IG                                                          |

## Referencias bibliográficas

- Aguilar-Gallegos, N., Martínez-González, E. G., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, H., Muñoz-Rodríguez, M., & García-Sánchez, E. I. (2016). Análisis de redes sociales para catalizar la innovación agrícola: de los vínculos directos a la integración y radialidad. *Estudios Gerenciales*, 32 (140), 197–207. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.06.006>
- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. *Proceedings of International AAAI Conference on Web and Social Media*, 361–362.
- Benavides, C. A. (1998). *Tecnología, innovación y empresa*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Björn, J., & Lundvall, B.-A. (1992). National innovation system: towards a theory of innovation and interactive learning. *Pinter*, 2.
- Borgatti, S. P. (2006). Identifying sets of key players in a social network. *Computational and Mathematical Organization Theory*, 12(1), 21–34. <https://doi.org/10.1007/s10588-006-7084-x>
- Borgatti, S. P., Everett, M. G., & Freeman, L. C. (2002). *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*. Analytic Technologies. Retrieved from citeulike-article-id:6031268
- CIMMYT, & SAGARPA. (2018). *Acompañamiento Técnico PROAGRO Productivo*. Texcoco, Estado de México: CIMMYT y SAGARPA. <https://doi.org/10.1787/9789264070042-en>
- Costenbader, E., & Valente, T. W. (2003). The stability of centrality measures when networks are sampled. *Social Networks*, 25(4), 283–307. [https://doi.org/10.1016/S0378-8733\(03\)00012-1](https://doi.org/10.1016/S0378-8733(03)00012-1)
- Cotec. (2001). *Innovación Tecnológica. Ideas Básicas*. (E. Revilla Gutiérrez, Ed.). Madrid: Gráficas Arias Montano, S. A.
- Cotec. (2007). *La Persona Protagonista de la Innovación*. (S. A. Gráficas Arias Montano, Ed.). Madrid.

- Damián Huato, M. Á., Ramírez Valverde, B., Parra Inzunza, F., Paredes Sánchez, J. A., Gil Muñoz, A., López Olguín, J. F., & Cruz León, A. (2007). Tecnología agrícola y territorio: el caso de los productores de maíz de Tlaxcala, México. *Investigaciones Geográficas*, 63, 36–55.
- Dorward, A., Chirwa, E., Boughton, D., Crawford, E., Jayne, T., Slater, R., ... Tsoka, M. (2008). Towards 'smart' subsidies in agriculture? Lessons from recent experience in Malawi. *Natural Resource Perspectives*, (September). Retrieved from <https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/3341.pdf>
- Freeman, L. C. (1978). Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, 1(3), 215–239. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(78\)90021-7](https://doi.org/10.1016/0378-8733(78)90021-7)
- Freeman, L. C. (2004). The Development of Social Network Analysis: A study in the sociology of Science. Vancouver: Empirical Press.
- García-Salazar, J. A., Borja-Bravo, M., & Rodríguez-Licea, G. (2018). Consumo de fertilizantes en el sector agrícola de México: un estudio sobre los factores que afectan la tasa de adopción. *Interciencia*, 43(7), 505–510.
- García, A., & Guzmán, S. (2015). Factores que afectan la demanda de semilla mejorada de maíz en México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(3), 319–327.
- González-Campo, C. H. (2010). Interacción teórica para la caracterización de redes empresariales. *Innovar*, 20(37), 117–132.
- González-Mateos, R., Noriega-Cantú, D., Hernández, J., & González-Zavaleta, S. V. (2015). Potencialidad de los suelos en el estado de Guerrero. *Medio Ambiente y Recursos Naturales*, 1(2), 500–505.
- Granovetter, M. S. (1973). The Strength of Weak Ties. *American Journal of Sociology*, 78(6), 1360–1380. <https://doi.org/10.1086/225469>

- Howells, J. (2006). Intermediation and the role of intermediaries in innovation. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2006.03.005>
- IICA. (2015). Una productividad competitiva , incluyente y sustentable : oportunidad para el continente americano (Vol. 370). Cancún, México.
- IndexMundi. (2019). Estadísticas de Maíz. <https://doi.org/10.1787/9789264070042-en>
- Klerkx, L., & 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. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.10.001>
- Leeuwis, C. (2004). *Communication for rural innovation: rethinking agricultural extension* (Third). Oxford: Science, Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9780470995235>
- López, C. P. (2004). Técnicas de Análisis Multivariante de Datos, Aplicaciones con SPSS. (I. Capella, Ed.) (Pearson Ed). Madrid.
- López Torres, B. J., Rendón Medel, R., Espinosa Solares, T., Díaz Santana, P. T., & Santellano Estrada, E. (2016). Medición de cobertura oculta en servicios de asistencia técnica y capacitación en el medio rural\* Occult coverage measurement services technical assistance and training in rural areas, 3089–3102.
- Martínez-Jiménez, A., García-Salazar, J. A., & Mora-Flores, J. S. (2015). Capacidad de almacenes y demanda de almacenamiento de maíz (*Zea mays* L.) en el estado de Chiapas, México. *Agrociencia*, 49(6), 689–702.
- Monge P., 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. <https://doi.org/10.5565/rev/redes.118>
- Muñoz-Rodríguez, M., Altamirano-Cardénas, J. R., Aguilar-Ávila, J., Rendón-Medel, R., García-Muñiz, J. G., & Espejel-García, A. (2007). *Innovación: motor de la competitividad agroalimentaria*. México: Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM/PIIAI.

- Muñoz-Rodríguez, M., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., & Altamirano-Cárdenas, J. R. (2007). *Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias*. UACH - CIESTAAM. Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1982). *An evolutionary theory of economic change*. *The Economic Journal* (Vol. 93). <https://doi.org/10.2307/2232409>
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company. How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New York: Oxford University Press.
- OCDE. (2005). *Manual de Oslo, guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. (G. Tragsa, Ed.) (Tercera Ed). Madrid: OCDE y Eurostat.
- Pérez, L. C. (2004). *Técnicas de análisis multivariante de datos. Aplicaciones con SPSS* (Primera). Pearson Educación S.A.
- Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., Muñoz-Rodríguez, M., & Altamirano-Cárdenas, J. R. (2007). *Identificación de actores clave para la gestión de la innovación: el uso de redes sociales*. UACH - CIESTAAM. Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo-Ciestaam/PIIAI. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Rendón Medel, R., Roldán Suárez, E., Hernández, B., & Cadena Íñiguez, P. (2015). Los procesos de extensión rural en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(1), 151–161.
- Ricciardi, V. (2015). Homophily as a Safety Net : Investigating When Smallholder Farmers Decide to Buy Hybrid Seed in Northern Ghana. *IK: Other Ways of Knowing*, 1(2), 65–97. <https://doi.org/10.18113/P8ik159741>
- Rodríguez, H., Ramírez-Gómez, C. J., Aguilar-Gallegos, N., & Aguilar-Ávila, J. (2016). Network analysis of knowledge building on rural extension in Colombia. *Agronomía Colombiana*, 34(3), 393. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n3.58500>

- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations* (Tercera Ed). New York: The Free Press. <https://doi.org/citeulike-article-id:126680>
- Roldán-Suárez, E., Rendón-Medel, R., & Cadena-Iñiguez, P. (2016). Identificación de Módulos Demostrativos en Estrategias de Gestión de la Innovación. *Agricultura Sociedad y Desarrollo* 13(2), 179–192.
- SAGARPA. (2017). Programa de Fomento a la Agricultura Componente PROAGRO Productivo, Cuarto Informe Trimestral de Resultados. Cd. de México.
- Sánchez-Gómez, J. (2018). Factores territoriales en la innovación: el caso del cultivo de maíz en México. Universidad Autónoma Chapingo.
- Sánchez-Gómez, J., Rendón-Medel, R., Díaz-José, J., & Sonder, K. (2016). El Soporte Institucional En La Adopción De Innovaciones Del Productor De Maíz: Región Centro, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (15), 2925–2938. Retrieved from <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/es/282-rss/3965-el-soporte-institucional-en-la-adopcion-de-innovaciones-del-productor-de-maiz-region-centro-mexico>
- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*. (T. & F. E-Library, Ed.). George Allen & Unwin.
- Scott, J. (2000). *Social Network Analysis: A Handbook*. London, UK: SAGE publications.
- SIAP. (2019). Resumen Nacional por Cultivo. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Retrieved from <http://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119?idiom=es/>
- SIAP. (2017). Anuario estadístico de la producción agrícola.
- Solleiro Rebolledo, J. L., Castañón Ibarra, R., González Cruz, J. D., Aguilar Avila, J., & Aguilar Gallegos, N. (2017). Identificación de buenas prácticas de extensionismo, transferencia de tecnología e innovación para el sector agroalimentario de México. *XVII Congreso Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*, 16–18 Octu, 1–15. <https://doi.org/10.2980/15-4-3117>

- Stads, G., Beintema, N., Pérez, S., Flaherty, K., & Falconi, C. (2016). Investigación agropecuaria en Latinoamérica y el Caribe: Un análisis de las instituciones , la inversión y las capacidades entre países. Washington.
- van Lente, H., Hekkert, M., Smits, R., & van Waveren, B. (2003). Roles of Systemic Intermediaries in Transition Processes. *International Journal of Innovation Management*, 07(3), 247–279. <https://doi.org/10.1142/S1363919603000817>
- Verd, J. M., Lozares, C., Cruz, I., & Barranco, O. (2014). La homofilia/heterofilia en el marco de la teoría y análisis de redes sociales. Orientación metodológica, medición y aplicaciones. *Metodología de Encuestas*, 16, 5–25.
- Wejnert, B. (2002). Integrating models of diffusion of innovations: a conceptual framework. *Annual Review of Sociology*, 28(1), 297–326. <https://doi.org/10.1146/annurev.soc.28.110601.141051>

## Índice de cuadros y figuras

|                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1-1. Tipo de actores de una red de innovación                                                                                                 | 32 |
| Cuadro 1-2. Universo de atención y de soporte técnico                                                                                                | 33 |
| Cuadro 2-1. Ejemplo de cálculo para el Índice de Adopción de Innovaciones (InAI)                                                                     | 40 |
| Cuadro 2-2. Reglas para determinar equilibrios entre oferta y demanda de información en función del grado de centralización de la red                | 45 |
| Cuadro 2-3. Ejemplo de comparación de medias de muestras pareadas                                                                                    | 53 |
| Cuadro 2-4. Presentación de resultados de un análisis de regresión múltiple: importancia del perfil del productor en los rendimientos obtenidos      | 54 |
| Cuadro 2-5. Presentación de resultados de un análisis de regresión múltiple: importancia de las innovaciones implementadas en el rendimiento de maíz | 57 |
| Cuadro 3-1. Información general del estado de Campeche                                                                                               | 59 |
| Cuadro 3-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Campeche                                         | 64 |
| Cuadro 3-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Campeche                                            | 64 |
| Cuadro 3-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz ProAgro 2017 y 2018 del estado de Campeche                                     | 67 |
| Cuadro 3-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Campeche                                | 69 |
| Cuadro 3-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Campeche en los rendimientos obtenidos en 2018                                | 70 |
| Cuadro 3-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Campeche en los rendimientos obtenidos en 2018      | 70 |
| Cuadro 4-1. Información general del estado de Chiapas                                                                                                | 74 |
| Cuadro 4-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Chiapas                                          | 78 |
| Cuadro 4-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Chiapas                                             | 79 |
| Cuadro 4-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Chiapas                           | 82 |
| Cuadro 4-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Chiapas                                 | 84 |
| Cuadro 4-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Chiapas en los rendimientos obtenidos en 2018                                 | 85 |
| Cuadro 4-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Chiapas en los rendimientos obtenidos en 2018       | 86 |
| Cuadro 5-1. Información general del Estado de México                                                                                                 | 89 |

|                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 5-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del Estado de México                                        | 93  |
| Cuadro 5-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del Estado de México                                           | 94  |
| Cuadro 5-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del Estado de México                         | 96  |
| Cuadro 5-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el Estado de México                               | 98  |
| Cuadro 5-6. Importancia del perfil del productor de maíz del Estado de México en los rendimientos obtenidos en 2018                               | 98  |
| Cuadro 5-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del Estado de México en los rendimientos obtenidos en 2018     | 99  |
| Cuadro 6-1. Información general del estado de Guanajuato                                                                                          | 102 |
| Cuadro 6-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Guanajuato                                    | 107 |
| Cuadro 6-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Guanajuato                                       | 107 |
| Cuadro 6-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Guanajuato                     | 110 |
| Cuadro 6-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Guanajuato                           | 112 |
| Cuadro 6-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Guanajuato en los rendimientos obtenidos en 2018                           | 112 |
| Cuadro 6-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Guanajuato en los rendimientos obtenidos en 2018 | 113 |
| Cuadro 7-1. Información general del estado de Guerrero                                                                                            | 115 |
| Cuadro 7-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Guerrero                                      | 121 |
| Cuadro 7-3. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Guerrero                       | 123 |
| Cuadro 7-4. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los grupos formados en el estado de Guerrero                                | 124 |
| Cuadro 7-5. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Guerrero en los rendimientos obtenidos en 2018                             | 125 |
| Cuadro 7-6. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Guerrero en los rendimientos obtenidos en 2018   | 126 |
| Cuadro 8-1. Información general del estado de Hidalgo                                                                                             | 128 |
| Cuadro 8-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Hidalgo                                       | 133 |
| Cuadro 8-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Hidalgo                                          | 134 |

|                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 8-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Hidalgo                        | 136 |
| Cuadro 8-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Hidalgo                              | 137 |
| Cuadro 8-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Hidalgo en los rendimientos obtenidos en 2018                              | 138 |
| Cuadro 8-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Hidalgo en los rendimientos obtenidos en 2018    | 139 |
| Cuadro 9-1. Información general del estado de Jalisco                                                                                             | 142 |
| Cuadro 9-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Jalisco                                       | 147 |
| Cuadro 9-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Jalisco                                          | 148 |
| Cuadro 9-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Jalisco                        | 151 |
| Cuadro 9-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los grupos formados en el estado de Jalisco                                 | 152 |
| Cuadro 9-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Jalisco en los rendimientos obtenidos en 2018                              | 153 |
| Cuadro 9-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Jalisco en los rendimientos obtenidos en 2018    | 155 |
| Cuadro 10-1. Información general del estado de Michoacán                                                                                          | 157 |
| Cuadro 10-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Michoacán                                    | 161 |
| Cuadro 10-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Michoacán                                       | 162 |
| Cuadro 10-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Michoacán                     | 165 |
| Cuadro 10-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Michoacán                           | 167 |
| Cuadro 10-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Michoacán en los rendimientos obtenidos en 2018                           | 168 |
| Cuadro 10-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Michoacán en los rendimientos obtenidos en 2018 | 168 |
| Cuadro 11-1. Información general del estado de Oaxaca                                                                                             | 172 |
| Cuadro 11-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Oaxaca                                       | 176 |
| Cuadro 11-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Oaxaca                                          | 177 |
| Cuadro 11-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz ProAgro 2017 y 2018 del estado de Oaxaca                                   | 179 |

|                                                                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 11-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Oaxaca                              | 181 |
| Cuadro 11-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Oaxaca en los rendimientos obtenidos en 2018.                             | 181 |
| Cuadro 11-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Oaxaca en los rendimientos obtenidos en 2018    | 182 |
| Cuadro 12-1. Información general del estado de Puebla                                                                                             | 185 |
| Cuadro 12-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Puebla                                       | 189 |
| Cuadro 12-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Puebla                                          | 190 |
| Cuadro 12-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Puebla                        | 193 |
| Cuadro 12-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Puebla                              | 196 |
| Cuadro 12-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Puebla en los rendimientos obtenidos en 2018                              | 196 |
| Cuadro 12-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Puebla en los rendimientos obtenidos en 2018    | 197 |
| Cuadro 13-1. Información general del estado de Querétaro                                                                                          | 201 |
| Cuadro 13-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Querétaro                                    | 205 |
| Cuadro 13-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Querétaro                                       | 206 |
| Cuadro 13-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Querétaro                     | 209 |
| Cuadro 13-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Querétaro                           | 211 |
| Cuadro 13-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Querétaro en los rendimientos obtenidos en 2018                           | 212 |
| Cuadro 13-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Querétaro en los rendimientos obtenidos en 2018 | 213 |
| Cuadro 14-1. Información general del estado de Quintana Roo                                                                                       | 216 |
| Cuadro 14-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Quintana Roo                                 | 220 |
| Cuadro 14-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Quintana Roo                                    | 221 |
| Cuadro 14-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Quintana Roo                  | 223 |

|                                                                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 14-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Quintana Roo                       | 225 |
| Cuadro 15-1. Información general del estado de Tlaxcala                                                                                          | 228 |
| Cuadro 15-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Tlaxcala                                    | 233 |
| Cuadro 15-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Tlaxcala                                       | 233 |
| Cuadro 15-4. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Tlaxcala                           | 236 |
| Cuadro 15-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Tlaxcala                           | 238 |
| Cuadro 15-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Tlaxcala en los rendimientos obtenidos en 2018                           | 238 |
| Cuadro 15-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Tlaxcala en los rendimientos obtenidos en 2018 | 239 |
| Cuadro 16-1. Información general del estado de Veracruz                                                                                          | 242 |
| Cuadro 16-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Veracruz                                    | 248 |
| Cuadro 16-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Veracruz                                       | 250 |
| Cuadro 16-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz ProAgro 2017 y 2018 del estado de Veracruz                                | 253 |
| Cuadro 16-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Veracruz                           | 255 |
| Cuadro 16-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Veracruz en los rendimientos obtenidos en 2018                           | 256 |
| Cuadro 16-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Veracruz en los rendimientos obtenidos en 2018 | 257 |
| Cuadro 17-1. Información general del estado de Yucatán                                                                                           | 261 |
| Cuadro 17-2. Indicadores de centralización de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Yucatán                                     | 265 |
| Cuadro 17-3. Cobertura de actores clave de la red de innovación de maíz 2017 y 2018 del estado de Yucatán                                        | 266 |
| Cuadro 17-4. Descriptivos de variables analizadas. Productores de maíz PROAGRO Productivo 2017 y 2018 del estado de Yucatán                      | 269 |
| Cuadro 17-5. Comparación de medias para muestras pareadas considerando los clústeres formados en el estado de Yucatán                            | 272 |
| Cuadro 17-6. Importancia del perfil del productor de maíz del estado de Yucatán en los rendimientos obtenidos en 2018                            | 273 |

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro 17-7. Importancia de las innovaciones implementadas en la producción de maíz del estado de Yucatán en los rendimientos obtenidos en 2018 | 274 |
| Figura 1-1. Producción e importaciones de maíz en México (2005-2018)                                                                            | 26  |
| Figura 1-2. Superficie sembrada y rendimientos en la producción de maíz en México (2005-2018)                                                   | 26  |
| Figura 1-3. Conceptos con los que se relacionan los incentivos otorgados por PROAGRO Productivo                                                 | 28  |
| Figura 1-4. Razón de ser y hacer del acompañamiento técnico PROAGRO Productivo                                                                  | 30  |
| Figura 1-5. Actores involucrados en la difusión de innovaciones de maíz, 2017                                                                   | 35  |
| Figura 1-6. Actores involucrados en la difusión de innovaciones de maíz, 2018                                                                   | 35  |
| Figura 1-7. Panorama nacional del nivel de innovación 2017 y 2018 en la producción de maíz                                                      | 36  |
| Figura 2-1. Ejemplo de una red con baja densidad                                                                                                | 43  |
| Figura 2-2. Ejemplo de comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                  | 47  |
| Figura 2-3. Ejemplo de gráfico de comparación del rendimiento de productores de maíz con diagramas de cajas y bigotes                           | 52  |
| Figura 2-4. Conocimientos previos para la adecuada interpretación de cuadros y figuras                                                          | 58  |
| Figura 3-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Campeche y principales actores que las promueven, 2017      | 60  |
| Figura 3-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Campeche y principales actores que las promueven, 2018      | 61  |
| Figura 3-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Campeche, 2017 y 2018                                         | 62  |
| Figura 3-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Campeche                                                          | 63  |
| Figura 3-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                             | 65  |
| Figura 3-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Campeche                                         | 66  |
| Figura 3-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Campeche de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                          | 68  |
| Figura 4-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Chiapas y principales actores que las promueven, 2017       | 75  |
| Figura 4-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Chiapas y principales actores que las promueven, 2018       | 75  |

|                                                                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 4-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Chiapas, 2017 y 2018                                        | 76  |
| Figura 4-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Chiapas                                                         | 77  |
| Figura 4-5. Comparación de cobertura de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                            | 80  |
| Figura 4-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Chiapas                                        | 81  |
| Figura 4-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Chiapas de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                         | 83  |
| Figura 5-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el Estado de México y principales actores que las promueven, 2017      | 90  |
| Figura 5-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el Estado de México y principales actores que las promueven, 2018      | 90  |
| Figura 5-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz el Estado de México, en 2017 y 2018                                       | 91  |
| Figura 5-4. Fuentes de información para la innovación en la red del Estado de México                                                          | 92  |
| Figura 5-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                           | 94  |
| Figura 5-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del Estado de México                                         | 95  |
| Figura 5-7. Clasificación de productores de maíz del Estado de México de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                          | 97  |
| Figura 6-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Guanajuato y principales actores que las promueven, 2017  | 104 |
| Figura 6-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Guanajuato, y principales actores que las promueven, 2018 | 104 |
| Figura 6-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Guanajuato, 2017 y 2018                                     | 105 |
| Figura 6-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Guanajuato                                                      | 106 |
| Figura 6-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                           | 108 |
| Figura 6-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Guanajuato                                     | 109 |
| Figura 6-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Guanajuato de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                      | 111 |
| Figura 7-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Guerrero y principales actores que las promueven, 2017    | 117 |
| Figura 7-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Guerrero y principales actores que las promueven, 2018    | 117 |

|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 7-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Guerrero, 2017 y 2018                                      | 119 |
| Figura 7-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Guerrero                                                       | 120 |
| Figura 7-5. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Guerrero                                      | 122 |
| Figura 7-6. Clasificación de productores de maíz del estado de Guerrero de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                       | 124 |
| Figura 8-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Hidalgo y principales actores que las promueven, 2017    | 129 |
| Figura 8-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Hidalgo y principales actores que las promueven, 2018    | 130 |
| Figura 8-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Hidalgo, 2017 y 2018                                       | 131 |
| Figura 8-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Hidalgo                                                        | 132 |
| Figura 8-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                          | 134 |
| Figura 8-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Hidalgo                                       | 135 |
| Figura 8-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Hidalgo de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                        | 137 |
| Figura 9-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Jalisco y principales actores que las promueven, 2017    | 143 |
| Figura 9-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Jalisco y principales actores que las promueven, 2018    | 144 |
| Figura 9-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Jalisco, 2017 y 2018                                       | 145 |
| Figura 9-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Jalisco                                                        | 146 |
| Figura 9-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                          | 149 |
| Figura 9-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Jalisco                                       | 150 |
| Figura 9-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Jalisco de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                        | 152 |
| Figura 10-1. Tasa de adopción de innovaciones de productores de maíz en el estado de Michoacán y principales actores que las promueven, 2017 | 158 |
| Figura 10-2. Tasa de adopción de innovaciones de productores de maíz en el estado de Michoacán y principales actores que las promueven, 2018 | 159 |
| Figura 10-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Michoacán, 2017 y 2018                                    | 160 |

|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 10-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Michoacán                                                     | 161 |
| Figura 10-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                         | 163 |
| Figura 10-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Michoacán                                    | 164 |
| Figura 10-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Michoacán de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                     | 166 |
| Figura 11-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Oaxaca y principales actores que las promueven, 2017    | 173 |
| Figura 11-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Oaxaca y principales actores que las promueven, 2018    | 174 |
| Figura 11-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Oaxaca, 2017 y 2018                                       | 174 |
| Figura 11-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Oaxaca                                                        | 175 |
| Figura 11-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                         | 177 |
| Figura 11-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Oaxaca                                       | 178 |
| Figura 11-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Oaxaca de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                        | 180 |
| Figura 12-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Puebla y principales actores que las promueven, 2017    | 186 |
| Figura 12-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Puebla y principales actores que las promueven, 2018    | 186 |
| Figura 12-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Puebla, 2017 y 2018                                       | 187 |
| Figura 12-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Puebla                                                        | 188 |
| Figura 12-5. Comparación de cobertura de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                          | 191 |
| Figura 12-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Puebla                                       | 192 |
| Figura 12-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Puebla de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                        | 194 |
| Figura 13-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Querétaro y principales actores que las promueven, 2017 | 202 |
| Figura 13-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Querétaro y principales actores que las promueven, 2018 | 202 |
| Figura 13-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Querétaro, 2017 y 2018                                    | 203 |

|                                                                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 13-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Querétaro                                                        | 204 |
| Figura 13-5. Comparación de cobertura de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                             | 207 |
| Figura 13-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Querétaro                                       | 208 |
| Figura 13-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Querétaro de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                        | 210 |
| Figura 14-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Quintana Roo y principales actores que las promueven, 2017 | 217 |
| Figura 14-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Quintana Roo y principales actores que las promueven, 2018 | 217 |
| Figura 14-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Quintana Roo, 2017 y 2018                                    | 218 |
| Figura 14-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Quintana Roo                                                     | 219 |
| Figura 14-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                            | 221 |
| Figura 14-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Quintana Roo                                    | 222 |
| Figura 14-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Quintana Roo de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                     | 224 |
| Figura 15-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Tlaxcala y principales actores que las promueven, 2017     | 229 |
| Figura 15-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Tlaxcala y principales actores que las promueven, 2018     | 230 |
| Figura 15-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Tlaxcala, 2017 y 2018                                        | 231 |
| Figura 15-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Tlaxcala                                                         | 232 |
| Figura 15-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                            | 234 |
| Figura 15-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Tlaxcala                                        | 235 |
| Figura 15-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Tlaxcala de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                         | 237 |
| Figura 16-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Veracruz y principales actores que las promueven, 2017     | 244 |
| Figura 16-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Veracruz y principales actores que las promueven, 2018     | 244 |
| Figura 16-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Veracruz, 2017 y 2018                                        | 246 |

|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 16-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Veracruz                                                    | 247 |
| Figura 16-5. Comparación de coberturas de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                       | 251 |
| Figura 16-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Veracruz                                   | 252 |
| Figura 16-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Veracruz de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                    | 254 |
| Figura 17-1. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Yucatán y principales actores que las promueven, 2017 | 262 |
| Figura 17-2. Tasa de Adopción de Innovaciones de productores de maíz en el estado de Yucatán y principales actores que las promueven, 2018 | 262 |
| Figura 17-3. Nivel de innovación promedio de los productores de maíz del estado de Yucatán, 2017 y 2018                                    | 263 |
| Figura 17-4. Fuentes de información para la innovación en la red del estado de Yucatán                                                     | 264 |
| Figura 17-5. Comparación de cobertura de la red con diferente tipo y número de actores, 2017 y 2018                                        | 267 |
| Figura 17-6. Identificación de actores clave de la red de innovación de maíz 2018 del estado de Yucatán                                    | 268 |
| Figura 17-7. Clasificación de productores de maíz del estado de Yucatán de acuerdo con el rendimiento obtenido en 2018                     | 270 |

E-book elaborado por el Centro de Investigaciones  
Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria  
y la Agricultura Mundial (CIESTAAM).

Universidad Autónoma Chapingo, km. 38.5 carretera  
México-Texcoco, CP 56230, Chapingo, Estado de México.

-----  
Fecha de publicación en línea: 15 de mayo de 2022.



La innovación es un factor clave para el desarrollo de los sistemas de producción, de los territorios y de las naciones. La interacción entre actores diversos favorece el proceso de innovación y, por ende, la generación de valor social. Así, la innovación deriva de la interacción.

**No puede existir innovación sin interacción.**

Esta obra expone los procesos de interacción en diferentes territorios productores de maíz en México. Con base en información de campo, se comparan los cambios en innovación y en las estructuras relacionales en dos ciclos de cultivo consecutivos, identificando a los actores clave que generan, demandan y articulan el proceso de acceso a información y conocimiento.

La tesis central propuesta en este trabajo sostiene que la innovación sólo puede comprenderse y escalarse a través de la gestión de las relaciones entre actores diversos. A este proceso lo denominamos gestión de la innovación. **La innovación requiere interacción, la interacción requiere gestión y la gestión demanda el conocimiento de sus actores y de sus relaciones.**

Esta obra está orientada a aquellos actores involucrados en la gestión de la innovación rural. Estudiantes, investigadores, funcionarios, extensionistas y productores encontrarán aquí un referente para la gestión de las redes de innovación en sistemas productivos.

La integración de este trabajo es resultado de un proceso de investigación que involucró a estudiantes del Posgrado del CIESTAAM, extensionistas, productores de maíz en México y formadores e investigadores del CIMMYT. El resultado presentado corresponde a una red de innovación conformada por extensionistas, productores y centros de enseñanza e investigación enfocados en el proceso de innovación.