

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DIRECCIÓN DE CENTROS REGIONALES
UNIVERSITARIOS



MAESTRÍA EN CIENCIAS EN DESARROLLO RURAL
REGIONAL

IMPACTOS DEL EXTENSIONISMO EN LA
PRODUCCIÓN DE MAÍZ, DDR 092 MORELIA,
MICHOACÁN

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS EN DESARROLLO
RURAL REGIONAL

PRESENTA:

MARÍA BELIA SOLÓRZANO MUÑOZ

BAJO LA SUPERVISIÓN DE:

M.C. JUAN PULIDO SECUNDINO

MORELIA, MICHOACÁN, DICIEMBRE DE 2018.

**Impactos del extensionismo en la producción de maíz,
DDR 092 Morelia, Michoacán.**

Tesis realizada por **María Belia Solórzano Muñoz** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN DESARROLLO RURAL REGIONAL

DIRECTOR: _____

M.C. Juan Pulido Secundino

CO-DIRECTOR: _____

Dr. Gonzalo Chapela y Mendoza

ASESOR: _____

Dr. Marcial Fernández Rivera

ASESOR: _____

Dr. José Herrera Camacho

DATOS BIOGRÁFICOS

María Belia Solórzano Muñoz, nació el 18 de noviembre de 1969, en El Crucero de Santa María Jalisco. Egresada de la Preparatoria Agrícola y la Licenciatura en Ingeniería Agroindustrial en la Universidad Autónoma Chapingo de 1984 a 1991.

El desempeño profesional ha estado vinculado al área gubernamental en funciones de análisis en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), coordinación operativa en el Programa de Nacional de Capacitación sobre Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva del Convenio UACH-SAGARPA-CP.

Otras áreas de desempeño profesional en la Secretaría de Desarrollo Rural del estado de Michoacán, como analista del Componente de Innovación y Transferencia de Tecnología del Programa de Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural; Coordinador operativo del Programa Estatal de Capacitación Rural, y como Coordinador de extensionistas en el Componente de Extensionismo del Programa de Apoyo a Pequeños Productores de la SAGARPA. En 2016, se integra al Programa de Maestría en Ciencias del Desarrollo Rural Regional (MCDRR) del Centro Regional Universitario Centro Occidente (CRUCO) de la UACH.

DEDICATORIA

**A mi familia,
con amor**

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento económico para realizar los estudios de maestría.

A la Universidad Autónoma Chapingo por la oportunidad de cursar el programa de maestría en Ciencias del Desarrollo Rural Regional.

A mis profesores del programa de la Maestría en Ciencias del Desarrollo Rural Regional y a la Coordinación de Posgrado de Centros Regionales de la Universidad Autónoma Chapingo.

Al M.C. Juan Pulido Secundino, por su dedicación, disponibilidad y consejos en este trabajo y sobre todo la gran calidad de ser humano.

Al Dr. Gonzalo Chapela y Mendoza, Co-director de este proyecto, por su enseñanza y orientación en la investigación.

Al Dr. José Herrera Camacho, por su amistad, consejos y su interminable paciencia y buen ánimo en la orientación de este trabajo.

Al Dr. Marcial Fernández Rivera, por su colaboración, compromiso y siempre disposición de apoyo.

Al Dr. Fernando Bahena Juárez, por el apoyo e información brindada en este trabajo.

Al Dr. Jaime Mondragón y Dr. Luis Alejandro Rojas, por su orientación y siempre amable atención para el análisis estadístico en esta investigación.

Al Ing. Juan Rangel Camarena, jefe del Departamento de Calidad del Agua de CONAGUA, Michoacán y al personal del Laboratorio de análisis de suelo, agua y planta “La Carreta” por su apoyo y colaboración.

A los productores de maíz del DDR 092, en especial a Don Jorge, Don Oracio y Don Ángel, por su siempre amable atención.

A los extensionistas en especial al Ing. Efraín Hernández y a su hija Vero, por su amistad y valioso apoyo y en la fase de campo de este proyecto.

A Helios, Celeste, César Enrique, Adalberto por su amistad y colaboración para la fase de campo de la investigación.

A mis compañeros y amigos: Víctor, Edna y Adelina, por su amistad y solidaridad.

IMPACTOS DEL EXTENSIONISMO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ, DDR 092 MORELIA, MICHOACÁN

Solórzano Muñoz, María Belia¹ y Pulido Secundino, Juan².

Resumen

A nivel mundial la suficiencia alimentaria y la sostenibilidad ambiental son ejes claves del desarrollo, y la innovación agrícola indispensable para lograrlo. El extensionismo agrícola, como instrumento de política pública puede ser una herramienta adecuada para innovar en el cultivo de maíz, como alimento clave, con tecnologías como: labranza de conservación, manejo integrado de plagas y manejo adecuado de la nutrición del cultivo, con el propósito de mejorar la productividad agrícola a la vez que se generan externalidades positivas para el ambiente. Para lo anterior, el extensionismo juega un papel central y de su eficiencia dependen los impactos en una región determinada. El objetivo central de esta investigación fue identificar los agentes de extensión involucrados en el Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 092 y los impactos de las innovaciones inducidas en maíz. La investigación se apoyó en entrevistas semiestructuradas a productores y agentes de extensión. Los resultados mostraron que el extensionismo privado ejerce un papel preponderante, atribuido a los resultados visibles a corto tiempo de las tecnologías recomendadas y a las limitaciones de los esquemas de extensión públicos. El índice de innovación global estimado no mostró impacto en la dimensión productiva. En la dimensión económica, los costos de producción mostraron una diferencia entre categorías de productores, siendo los más altos en empresarios comerciales y los más bajos en pequeños empresarios. En la dimensión ambiental se estimó Eficiencia de Uso del Nitrógeno (EUN) de 30.89; se identificó el uso de trece plaguicidas altamente peligrosos conforme a criterios PAN y cinco de ellos en criterios FAO-OMS. El desempeño de los indicadores de calidad del agua señaló una tendencia hacia su disminución, atribuidos, entre otros factores, al uso de fertilizantes y plaguicidas en la zona. Finalmente Se concluye que los impactos del extensionismo en la zona de estudio están influenciados por la calidad de los procesos de extensión.

Palabras clave: Extensionismo agrícola, maíz, innovación, impactos de la agricultura

¹Estudiante

² Director

**IMPACTS OF EXTENSIONISM ON MAIZE PRODUCTION, DDR 092
MORELIA, MICHOACÁN
Solórzano Muñoz, María Belia³ y Pulido Secundino, Juan⁴ .**

Abstract

At a global level, food sufficiency and environmental sustainability are key axes for development, and agricultural innovation is essential to achieve it. Agricultural extension, as an instrument of public policy can be an adequate tool to innovate in maize production, as a key food, with technologies such as: conservation tillage, integrated pest management and proper management of crop nutrition, with the purpose of improving agricultural productivity while generating positive externalities for the environment. For the previous, agricultural extension plays a central role and its impact depends on its efficiency in a given region. The main objective of this piece of research was to identify the extension agents involved in the Rural Development District (DDR) 092 and the impacts of the innovations induced in maize. The research work was supported by semi-structured interviews to farmers and extension agents. The results showed that private extension plays a preponderant role, derived from the short-term visible results of the recommended technologies, in contrast to the limitations of official extension schemes. The estimated global innovation index showed no impact on the productive dimension. In the economic dimension, production costs showed a difference between producer categories, being commercial entrepreneurs the highest and small entrepreneurs the lowest. In the environmental dimension, Efficiency of Nitrogen Use (EUN) of 30.89 was estimated; the use of thirteen highly dangerous pesticides was identified according to PAN criteria and five of them in FAO-OMS criteria. The performance of water quality indicators reflected a downward trend due to, among other factors, the use of fertilizers and pesticides in the area. Finally, it is concluded that the impacts of extension in the study area are influenced by the quality of the extension processes.

Keywords: Agricultural extension, maize, innovation, impacts of agriculture

³ Estudiante

⁴ Director

CONTENIDO

CAPÍTULO I. EL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción	1
1.2 Justificación	2
1.3 Problema de estudio.	5
1.4 Objetivos	7
1.5 Hipótesis	7

CAPÍTULO II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Ubicación geográfica del estudio.....	9
2.2. Metodología.....	10
2.2.1 Instrumentos de acopio de información.....	10
2.2.2 El tamaño de muestra	11
2.2.3 El método de investigación utilizado para cumplir con los objetivos.....	16
Los esquemas de extensionismo	16
El índice de innovación.....	17
El impacto del manejo productivo en los indicadores productivo y económicos	19
El impacto del manejo productivo en los indicadores ambientales ..	21
La explicación de los resultados encontrados en la innovación del cultivo de maíz	24

CAPÍTULO III. MARCO CONTEXTUAL

3.1 El maíz a nivel nacional y local	25
3.2 Características físico- ambientales del DDR 092 Morelia	26
3.2.1. Clima.....	26
3.2.2. Suelos	27
3.2.3. Vegetación y uso del suelo	29
3.2.4. Relieve	30
3.2.5. Hidrología.....	30

CAPÍTULO IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes y mirada crítica sobre el proceso de extensionismo en México	33
4.2 La tecnología y el desarrollo	36
4.3 La visión futura del extensionismo	39
4.4 Extensionismo, comunicación o educación.....	43
4.4.1 Extensionismo.....	43
4.4.2 ¿Extensión o comunicación?	44
4.4.3 La educación y la comunicación	46

4.5 El conocimiento, la tecnología y la innovación.....	47
4.5.1 El conocimiento y la tecnología.....	47
4.5.2 La innovación.....	48
4.5.3 Modelos del proceso de innovación	51
4.5.4 La difusión y adopción de innovaciones en la agricultura	52
4.6 Las innovaciones en el cultivo de maíz.....	53
4.6.1 Manejo integrado de plagas.....	53
4.6.2 Labranza de conservación	66
4.6.3 Nutrición del cultivo	74
4.7 ¿Cuáles impactos?	81
4.8 El paradigma de la sustentabilidad y los parámetros.....	86
4.9 La insustentabilidad del modelo de agricultura actual.....	88
4.10 Emisión de gases de efecto invernadero por actividades agrícolas	96

CAPÍTULO V. RESULTADOS

5.1. Los esquemas de extensionismo en maíz de riego del DDR 092	
Morelia.....	99
5.1.1 Las características de los productores estudiados.....	100
5.1.2 Opinión de agentes de extensión del territorio	105
5.1.3 Extensionismo oficial o público.....	110
5.1.4 Extensionismo privado	114
5.1.5. Extensionismo de las instituciones de investigación	122
5.1.6 Extensionismo de las instituciones de educación.....	128
5.2 El índice de innovación en maíz de riego en el DDR 092	132
5.3 El impacto de las innovaciones en los indicadores productivos y económicos	137
5.3.1 Los resultados con y sin extensionismo público.....	139
5.3.2 Los resultados por categorías de productores	140
5.4 El impacto del manejo productivo en el ambiente	142
5.4.1 La fertilidad de suelos	142
5.4.2 La eficiencia de uso del Nitrógeno (EUN)	143
5.4.3 La relación entre el rendimiento y la aportación de Nitrógeno.....	145
5.4.4 La disponibilidad de agua subterránea (DAS)	145
5.4.5 La calidad del agua	147
5.5 Las diferencias en los procesos de extensionismo en el cultivo de maíz.....	155
5.5.1 En las características de los productores.....	155
5.5.2 Las características de las unidades de producción	157
5.5.3 El paquete tecnológico aplicado.....	159
Preparación del suelo.....	160
Uso de semilla híbrida, riego y manejo mecanizado	163
Labores culturales (deshierbes previos a fertilización)	163

Nutrición del cultivo	163
Manejo integrado de plagas	164
Nivel de activos productivos	166
5.5.4 En el modelo de extensionismo.....	166

CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Los esquemas de extensionismo	168
6.2 El índice de innovación	173
6.3 Los impactos en los indicadores productivo y económicos	178
6.4 Los impactos en los indicadores ambientales	179
6.4.1 En la calidad del suelo	179
6.4.2 En la disponibilidad y calidad del agua.....	181
6.4.3 Erosión cultural y biológica.....	183
6.5 Las diferencias de los resultados encontrados.....	184
6.5.1 En las características de los productores	184
6.5.2 Las características de las unidades de producción	185
6.5.3 Los indicadores de innovación	186
6.5.4 El modelo de extensionismo.....	187

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones.....	189
7.2 Recomendaciones.....	191

VIII. LITERATURA CITADA.....193

IX. ANEXOS

ANEXO 1. Entrevista semiestructurada para productores	205
ANEXO 2. Entrevista semiestructurada para extensionistas.....	211
ANEXO 3. Entrevista semiestructurada para proveedores de insumos (semillas, fertilizantes y plaguicidas)	216
ANEXO 4. El uso del glifosato en México	222
ANEXO 5. Algunas propiedades fisicoquímicas de muestras compuestas de suelo de la capa arable (capa 0-30 cm) en parcelas utilizadas para cultivo de maíz de riego en el DDR 092 Morelia.	228

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Agrupación de las variables de la investigación	14
Cuadro 2. Ponderación de criterios evaluados en las innovaciones de la investigación	17
Cuadro 3. Categorías de productores por superficie cultivada de maíz riego consideradas en el presente estudio	20
Cuadro 4. Variables e indicadores utilizados para la valoración del impacto del extensionismo en el DDR 092 Morelia, Mich.	20
Cuadro 5. Resumen de parámetros de referencia de calidad del agua superficial	23
Cuadro 6. Las principales diferencias entre MIP y MAP	62
Cuadro 7. Ventajas de Labranza convencional vs de conservación	70
Cuadro 8. Los resultados comparativos: manejo convencional vs labranza de conservación en calidad del suelo	71
Cuadro 9. Indicadores de calidad de suelo con manejo de Labranza de conservación y manejo convencional	72
Cuadro 10. Indicadores económicos del manejo de suelo en LC y convencional en maíz	73
Cuadro 11. Principales prácticas agrícolas causales de degradación	90
Cuadro 12. Lista de prácticas incorporadas al proceso productivo con acompañamiento técnico	103
Cuadro 13. Resultados de las encuestas a los agentes de extensión del DDR 092 Morelia en el cultivo de maíz riego. (Su rol en extensionismo, opinión sobre su área de acción y sobre los procesos de innovación con extensionismo)	106
Cuadro 14. Plaguicidas de mayor uso en maíz, DDR 092 Morelia	120
Cuadro 15. Estimación del Índice de Innovación en maíz en el DDR 092	134

Cuadro 16. Los principales cultivos por ciclo agrícola PV 2017 - OI 2017-18 según muestra de productores en el DDR 092 Morelia.....	133
Cuadro 17. Los valores promedio de los indicadores de innovación, productivo y económicos, por categoría de productor, y con y sin acompañamiento de extensionismo.....	138
Cuadro 18. Los índices de innovación en productores de maíz riego, sin extensionismo público (SEP) y con extensionismo público (CEP), DDR 092 .	139
Cuadro 19. Comparación de medias de innovación e indicadores productivo y económicos (media $\pm$ de) entre categorías de productores de maíz riego	141
Cuadro 20. Resultados promedio de fertilidad de suelos de doce parcelas de maíz del DDR 092 Morelia.....	143
Cuadro 21. Estimación de la Eficiencia de Uso del Nitrógeno (EUN) en maíz de riego en el DDR 092 Morelia.....	144
Cuadro 22. Informe de disponibilidad de agua media anual de agua subterránea del acuífero 1602 Morelia-Queréndaro.	146
Cuadro 23. Parámetros indicadores y valores de referencia en materia de agua superficial.....	148
Cuadro 24. Comportamiento promedio de los Indicadores de Calidad del Agua (ICA): DQO, DBO5, SST,CF y Toxicidad) en la Cuenca del Río Grande de Morelia, período 2012-2016.....	150
Cuadro 25. Las estadísticas descriptivas por categoría de productor.....	155
Cuadro 26. Las fuentes de ingreso en las UPy el índice de Innovación	157
Cuadro 27. Tiempo de acompañamiento técnico con extensionismo público en productores de maíz riego, DDR 092 Morelia.....	158
Cuadro 28. El manejo productivo por categoría de productor.....	160
Cuadro 29. El manejo de de Labranza de Conservación, Manejo Integrado de Plagas y Nutrición del Cultivo por categoría de productor	161

Cuadro 30. El Índice de adopción de nuevas tecnologías y desarrollo de capacidades.....	174
Cuadro 31. Alteraciones y daño genotóxico causado por el glifosato en el ambiente	225
Cuadro 32. Estimación de volumen de glifosato aplicado en cultivos GM en México	226

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del DDR 092 Morelia en Michoacán	9
Figura 2. Los actores relacionados en el extensionismo en maíz	12
Figura 3. Producción histórica de maíz, Michoacán y Nacional	25
Figura 4. Clima del DDR 092 Morelia	26
Figura 5. Mapa de suelos, DDR 092 Morelia	28
Figura 6. Localización del acuífero 1602 Morelia-Queréndaro y el Río Grande de Morelia	31
Figura 7. Trayectorias ocurridas y esperadas en extensión y asistencia técnica.	40
Figura 8. Desarrollo histórico del Extensionismo en México	42
Figura 9. Curva de innovación.	52
Figura 10 . “La espiral del veneno”	58
Figura 11. Las etapas de crecimiento en maíz	80
Figura 12. Los factores de la degradación de tierras en México	91
Figura 13. El ciclo del N en agroecosistemas	98
Figura 14. Actores involucrados en el proceso de extensionismo en maíz	99
Figura 15. Opinión del productor acerca de A) labores susceptibles y	102
Figura 16. Acciones en el proceso de adaptación de las innovaciones.	104
Figura 17. Innovaciones recomendadas por los extensionistas (%);	112
Figura 18. Influencia de los Agentes de extensión en las UP	113
Figura 19. La relación rendimiento-dosis de N aplicada para el área de estudio	145
Figura 20. Concentración de Nitratos en sitios del Río Grande de Morelia, valores promedio del periodo 2012-2017	151
Figura 21. Concentración de Fósforo total en sitios del Río Grande de Morelia, valores promedio del periodo 2012-2017	152

Figura 22. Las causas de la no adopción de los componentes de las innovaciones en maíz riego, DDR 092 Morelia	156
Figura 23. El tiempo de acompañamiento con extensionismo vs Índice de innovación global	159

LISTA DE ABREVIATURAS

ASERCA	Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios
BUMA	Buen Uso y Manejo de Agroquímicos
CEC's	Centros Estatales de Capacitación
CEIP	Componente de Extensión e Innovación productiva del Programa de Apoyo a Pequeños Productores
CEP y SEP	Con extensionismo público y sin extensionismo público
CF	Coliformes Fecales
CIESTAAM	Centro de Investigaciones Económicas Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CONOCER	Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales
DAS	Disponibilidad de Agua Subterránea
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DDR	Distrito de Desarrollo Rural
DOF	Diario Oficial de la Federación
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EPT	Elementos Potencialmente Tóxicos
EUN	Eficiencia de Uso del Nitrógeno
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
FPM	Fundación Produce Michoacán, A.C.
GGAVATT	Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología
ICA	Índice de Calidad del Agua
II NC	Índice de Innovación en Nutrición del Cultivo
II G	Índice de Innovación Global
II LC	Índice de Innovación en Labranza de Conservación
II MIP	Índice de Innovación en Manejo Integrado de Plagas
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

INCA	Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural, A.C
INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
INIFAP	Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
ITVM	Instituto Tecnológico del Valle de Morelia
MAP	Manejo Agroecológico de Plagas
MASAGRO	Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional
MIP	Manejo Integrado de Plagas
NOM	Norma Oficial Mexicana
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
OEIDRUS	Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable
OI	Otoño Invierno
PAN	Red de Acción de Plaguicidas (Pesticide Action Network)
PAP	Plaguicidas Altamente Peligrosos
PEL	Límite de Efecto Probable
PESA	Programa Estratégico de Seguridad Alimentaria
pH	Potencial Hidrogeno
PV	Primavera Verano
RALE	Real Academia de la Lengua Española
RASPA	Relación agua, suelo, planta atmósfera
RO	Reglas de Operación de la SAGARPA
SAGARPA	Secretaria de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SEDRUA	Secretaria de Desarrollo Rural y Agroalimentario
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SIG-INEGI	Sistema de Información Geográfica-Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
SIGMAS	Sistema de Información Geográfica para el Manejo de Agua Subterránea
SNITT	Sistema Nacional de Investigación y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Rural Sustentable
SST	Sólidos Suspendidos Totales
TA	Toxicidad Aguda
UACH	Universidad Autónoma Chapingo
UMSNH	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

UNAM Universidad Nacional Autónoma de México
UP Unidad de Producción
UTTT Universidad Tecnológica de Tula-Tepejí

CAPÍTULO I. EL DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Introducción

Desde su origen, la agricultura ha sido esencial para el desarrollo de la humanidad; actualmente toma importancia relevante con el aumento de la población mundial y el cambio en los patrones de consumo; a los que se suman factores climáticos, socioculturales, económicos, políticos y tecnológicos, que en conjunto afectan radicalmente los resultados de la producción agropecuaria (FAO, 2015).

Garantizar la seguridad alimentaria de la población creciente se convierte en uno de los objetivos prioritarios de las políticas de desarrollo; para ello, la visión “productivista o del Norte” propone el incremento de productividad del sector agropecuario mediante la intensificación en el manejo de cultivos. En tanto, en la visión del “Sur” se plantea el uso y/o adaptación de tecnologías y métodos tradicionales que impacten positivamente tanto en rendimientos como en autonomía y la conservación de la base natural productiva, que puede ser desde la perspectiva agroecológica (Altieri & Toledo, 2010). Por otra parte, es importante reducir las externalidades ambientales negativas, si la “comunidad organiza el uso de los recursos disponibles, vinculando capacidad productiva con las necesidades sociales” (van der Ploeg, 2017).

Lo anterior plantea más que una contradicción norte-sur, una lucha por la hegemonía económica y política de los corporativos, que se apropian de la cadena de valor que incluye tanto los territorios con mejor aptitud productiva como los recursos del Estado. De este modo el estudio de caso se ubica en el territorio de riego del Distrito de Desarrollo Rural (DDR) 092 Morelia, valorado como de alta capacidad productiva. La investigación pretende comprender en

qué medida y cómo ocurre la hegemonía de la agricultura industrial y el papel del extensionismo como política pública en la producción de maíz. En este contexto, para el desarrollo rural en México es fundamental la aplicación de innovaciones o tecnologías que permitan mejorar la productividad, conservar recursos naturales y reducir las externalidades ambientales negativas; en esta tarea, el extensionismo es un elemento importante de cambio tecnológico.

El término extensión refiere a la acción de extender, ampliar o llevar de un lugar a otro. En el contexto agropecuario, la SAGARPA define extensionismo como *“el proceso de intervención de carácter educativo y transformador, cuyo objetivo es el desarrollo económico y social de las familias rurales, a través de servicios de asistencia técnica, intercambio de tecnología, desarrollo de capacidades y capacitación “* (RO-SAGARPA, 2016, 2017 y 2018); de acuerdo con ello, el extensionismo es un proceso de transferencia y ampliación de conocimientos y tecnologías, se apoya en estrategias diversas y tiene como fin mejorar el desempeño productivo y la calidad de vida de los productores rurales.

El extensionismo surgió en México en 1911 y se mantiene vigente a la fecha (Aguilar, 2004) desde su origen, con el objetivo de incrementar la productividad del sector agropecuario; sin embargo, existen múltiples circunstancias que determinan la calidad y eficacia de los resultados independientemente de su orientación como son: las limitaciones económicas y la visión de desarrollo del productor, la oportunidad del servicio, el perfil profesional, el proceso administrativo de las dependencias ejecutoras, la estrategia de trabajo en campo y las innovaciones aplicadas, entre otros. Adicionalmente, la maximización productiva y de utilidades en el corto plazo implica el uso de tecnologías e insumos como fertilizantes y plaguicidas (SEMARNAT, 2011 y Rendón Hernández, & Cadena Iñiguez, 2015) que pueden dañar al ambiente y afectar la calidad de vida de los productores. Esta situación fortalece el paradigma de la

agricultura industrial donde las evaluaciones del extensionismo se enfocan en la eficacia de la instalación adecuada y eficiencia del modelo industrial en la agricultura.

En el DDR 092 el maíz es la principal cadena productiva del territorio y en el extensionismo también constituye una prioridad de atención; sin embargo, las evaluaciones de resultados se limitan a identificar los incrementos en productividad e ingresos y dejan fuera los impactos de las tecnologías aplicadas en el ambiente y la calidad de vida de los productores atendidos. En este contexto, en el presente estudio de caso se pretende identificar las determinantes del extensionismo en su diversidad de agentes de extensión y de sus impactos productivos, económicos y ambientales en agricultores de maíz del Distrito de Desarrollo Rural 092 Morelia titulado “Impactos del extensionismo en la producción de maíz, DDR 092 Morelia”.

1.2 Justificación

La población actual del planeta es de siete mil millones; para el año 2050 se estiman nueve mil millones de habitantes. A esta velocidad de crecimiento poblacional, es necesario incrementar la producción agrícola en 70% (FAO, 2015). En México las estadísticas indican una tendencia similar; actualmente somos 122.27 millones de habitantes y para 2050 se estima que habrá una población de 150.83 millones de mexicanos (CONAPO, 2017).

Por otra parte, el cambio climático afecta negativamente la productividad agropecuaria, forestal y pesquera. Como consecuencia del incremento de la temperatura se presentan fenómenos meteorológicos extremos como: cambios en los regímenes de precipitaciones, sequías, inundaciones, heladas, temperaturas variables, modificaciones en el comportamiento de plagas, pérdida de biodiversidad, entre otras (FAO, 2016)

Aunado a lo anterior, en México no hay posibilidad para expansión de la frontera agrícola, al menos sin dañar la biodiversidad y equilibrio climático. En los últimos veinticinco años, ésta ha sido alrededor de los 20 millones de hectáreas; en 2016 se reportó en 22.1 millones de hectáreas (SIAP, 2016). Por otra parte, existe un margen muy reducido para canalizar irrigación en la transformación de tierras de temporal a riego. Por lo anterior, sólo quedan dos alternativas: aumentar la

eficiencia del uso del agua e intensificar la producción, tanto en riego como en temporal, como se explica enseguida:

Incrementar sustancialmente la eficiencia del uso del agua de riego. En este aspecto existe limitaciones tanto en la eficiencia de uso como en la disponibilidad natural de agua. Las cifras reportadas en 2007 por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua sobre el uso del agua extraída en México, indican que el 70% es para uso agrícola. Sin embargo, la tasa de eficiencia de uso del agua para riego es apenas de 34.9% (Peña Peña, 2007). Por otra parte, nueve de las trece cuencas hidrológicas del país se encuentran en estado de sobreexplotación de acuíferos, repercutiendo en elevar tanto los costos de energía para extracción, como en la presión sobre los recursos hídricos. Michoacán posee un nivel catalogado como de presión media a alta sobre los recursos hídricos al ubicarse en 32% del volumen total de agua concesionado / disponibilidad natural media de agua (Carabias & Landa, 2005).

Con frecuencia, la intensificación de cultivos mejora la productividad en corto plazo, pero la daña a mediano y largo plazo, cuando se basa en la aplicación masiva de agroquímicos, la sobre mecanización y una genética fuera del control de los productores y con sospechas robustas de riesgos. Por su parte, los híbridos causan dependencia de las compañías semilleras, y los transgénicos, además presentan tanto riesgos de salud como de daños a la biodiversidad y agrobiodiversidad. En la agricultura, existen experiencias, prácticas y tecnologías que ofrecen respuestas adecuadas, pero no son generalizadas (comunicación verbal del Dr. Gonzalo Chapela, diciembre 2016).

En este ámbito, las innovaciones en las actividades agropecuarias tienen un papel determinante para garantizar el abasto de alimentos de manera sostenible a nivel local y mundial, dado que los sistemas de manejo agropecuarios y forestales actuales son responsables de la degradación del 93% de las tierra (SEMARNAT-CP, 2003). El territorio de estudio cuenta con un gran potencial para elevar sustancialmente el nivel productivo; sin embargo, el rezago es fuerte, ejemplo de ello son los rendimientos promedio de maíz reportados en el DDR

092 Morelia en las modalidades de riego y temporal siendo de 7.96 ton ha⁻¹ y de 2.96 ton ha⁻¹, respectivamente (SIAP, 2014); esta brecha es una oportunidad de mejora significativa en la productividad a nivel distrital. Si bien es cierto que ambos promedios no son comparables por razones técnicas y socioeconómicas de los sistemas productivos, si permiten mostrar un amplio abanico de aptitud productiva del suelo, así como de manejo tecnológico por parte de los productores.

Una explicación de la brecha productiva es la distancia entre las prácticas de producción actual y potencial, donde son clave los dispositivos de acercamiento de conocimiento conceptual y práctico, de carácter técnico y elementos como: organización, mercado, manejo de crédito y gerencialidad, entre otros. En la práctica ordinaria de los sistemas de producción, los cambios tecnológicos del modelo industrial se asocian al conjunto de adaptaciones colaterales que responden a la economía de mercado; en este último, el impacto del extensionismo ocurre de manera directa e indirecta (Comunicación directa con el Dr. Gonzalo Chapela y Mendoza, 2017). En este sentido, existe una larga experiencia de modos de acercamiento para inducir los procesos de mejoras productivas o innovaciones como son el esquema del Programa Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA), Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología (GGAVATT), Centros de Innovación, Centros demostrativos y de capacitación rural tipo FIRA. El más extendido actualmente en Michoacán y con mayor inversión es el Componente de Extensionismo, insertado en el Programa de Apoyo a Pequeños Productores ofrecido por SAGARPA, en el cual se ejerció un presupuesto de 33.625 millones de pesos en 2016.⁵

Dada la importancia del extensionismo en desarrollar las capacidades de los productores para aplicar tecnologías y prácticas para mejorar productividad o hacer más eficiente el uso de los recursos, es relevante estudiar sus aciertos, errores, deficiencias y oportunidades de mejora para el cumplimiento de su

⁵ (Anexo Técnico de Ejecución, SAGARPA-Michoacán, 2016). Documento de trabajo reservado

objetivo, que es “incrementar la producción de alimentos” con tecnologías sustentables en las Unidades Económicas Rurales (UER) beneficiadas de junio de 2016 a marzo de 2017.

Las características importantes a considerar en los procesos de extensión incluyen: el carácter lineal de la mayoría de los esquemas de extensionismo, es decir las innovaciones se transfieren de forma autoritaria del extensionista (poseedor de conocimiento) hacia el productor; los problemas ambientales que se provocan con el uso de los paquetes tecnológicos, y el efecto de los cambios sobre las condiciones de vida de la gente, desde su propia percepción.

Se selecciona como estudio de caso el extensionismo en la producción de granos por tres razones:

La importancia de la producción de maíz a nivel nacional, siendo el principal grano para consumo humano.

La destacada aptitud del DDR 092 Morelia para la producción de granos, en especial maíz.

La cadena de maíz en el área agrícola es la más importante en extensionismo en el estado y en el DDR 092.

1.3 Problema de estudio

Los resultados de las evaluaciones aplicadas al componente de extensionismo de los ejercicios 2014 a 2016 realizados a nivel nacional y estatal, los impactos se evaluaron en términos productivos (rendimiento ha^{-1}) y económicos (ingresos), sin considerar la diversidad de factores que incide en el contexto local e individual para la adopción de innovaciones y los efectos de las mismas en el ambiente y la calidad de vida de los productores. Se reportan índices de innovación de 14% y 17.5% en los niveles nacional y estatal, respectivamente (FAO-SAGARPA, 2014 y 2015). De este modo, el extensionismo “del componente no parece ser un instrumento eficaz para inducir los procesos de innovación en general, pese a

que el 78% de los productores manifestó mejoras positivas en productividad e ingresos (UTTT-INCA-SAGARPA, 2015).

No se identifican evaluaciones en los contextos locales y nacionales que permitan identificar los factores determinantes de los procesos de innovación en el maíz, dado que el sistema de manejo se apegó al paquete tecnológico de la revolución verde donde se ha homogenizado un manejo independiente de la condición particular de las unidades de producción.

El problema de estudio es el entendimiento de los factores de eficacia de las opciones de extensionismo y los efectos de las innovaciones en términos ambientales, de productividad y de rentabilidad, dado que no se tiene evidencia de estudios que valoren la eficacia en estas dimensiones.

Los resultados del presente documento pretenden ser de utilidad en la definición de criterios para la toma de decisiones de las Instituciones involucradas, donde se puedan conocer las innovaciones que mejores impactos económicos y ambiental presentan, así como los factores determinantes del proceso de innovación, como: el perfil de los productores beneficiados y del extensionista, del proceso de seguimiento en campo, y la eficiencia administrativa de los pagos de honorarios, entre otros.

Con base en lo anterior, las preguntas de investigación son las siguientes:

¿Cuáles son los agentes que realizan extensionismo en el territorio del DDR 092 Morelia en el cultivo de maíz?

¿Cuáles son los impactos de la adopción de innovaciones de las diferentes formas de extensionismo y otros procesos de cambio, en los aspectos productivos, económicos y ambientales?

¿Cuáles son los factores que influyen para obtener dichos resultados?

1.4 Objetivos

General:

Analizar la diversidad de agentes de extensionismo y evaluar la adopción de innovaciones y su impacto en las dimensiones económica y ambiental en la producción de maíz en el Distrito de Desarrollo Rural 092 Morelia, Michoacán.

Específicos

Analizar los diferentes esquemas de extensionismo que interactúan de modo simultáneo en las unidades de producción de maíz de riego del DDR 092 Morelia, y conocer su influencia en las unidades de producción.

Conocer el índice de adopción de las innovaciones aplicadas a través del extensionismo en maíz de riego.

Evaluar el impacto de las actividades de los agentes de extensionismo en las unidades productivas, en los indicadores productivos, económicos y ambientales.

Explicar las diferencias encontradas en los procesos de extensionismo en el cultivo de maíz.

1.5 Hipótesis

General:

La adopción de las innovaciones y sus impactos en las dimensiones productiva, económica y ambiental en el cultivo de maíz en riego del DDR 092 Morelia, está influenciada por la calidad de los procesos de extensionismo implementados por la diversidad de agentes de extensión del territorio, así como por las limitaciones de los servicios públicos y la visión productivista de desarrollo de los productores de maíz.

Específicas:

1. En los agentes de extensionismo agrícola que interactúan de modo simultáneo en una misma unidad productiva, los agentes privados o proveedores de insumos, tienen mayor influencia que el resto de agentes de extensión en el área estudiada.

2. El índice de innovación, está influenciado por la visión productivista y los resultados visibles a corto plazo de las innovaciones, y la capacidad del extensionista para articular plataforma de innovación para la gestión del conocimiento en el territorio y el uso del componente demostrativo en los procesos de inducción de las innovaciones.

El índice de innovación, está influenciado por los resultados visibles a corto plazo de las innovaciones; en ellos, los índices de innovación son más altos en los productores de mayor capacidad económica, especialmente en nutrición del cultivo y labranza de conservación.

3. Los impactos del manejo productivo mediante el uso de innovaciones mejora los indicadores productivos, económicos y reduce las externalidades negativas al ambiente.

CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación geográfica del estudio

El DDR 092 se ubica entre los paralelos $19^{\circ} 58' 1.73''$ y $19^{\circ} 10' 38.02''$ de latitud norte y los meridianos $100^{\circ} 38' 32.27''$ y $101^{\circ} 5' 15.51''$ de longitud oeste (Figura 1). Tiene una superficie de 586,113.77 has que representan el 10% de la superficie del estado (SIG-INEGI, 2017). Se compone de 15 municipios Acuitzio, Alvaro Obregón, Copandaro, Cuitzeo, Charo, Chucandiro, Huandacareo, Indaparapeo, Madero, Morelia, Querendaro, Santa Ana Maya, Tarimbaro, Tzitzio y Zinapécuaro.

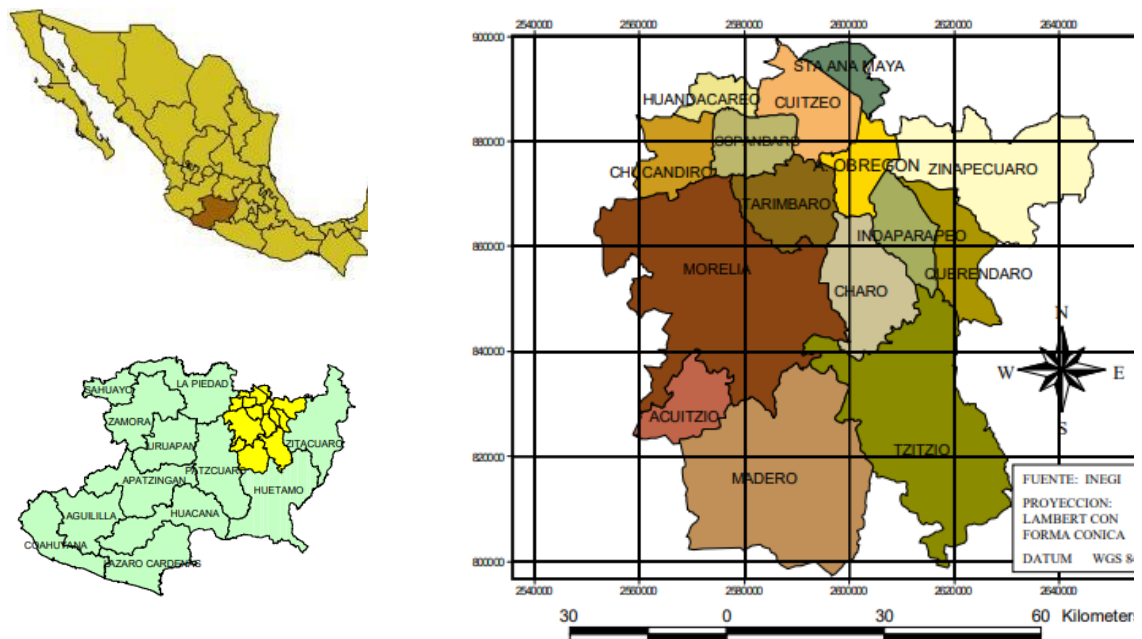


Figura 1. Localización del DDR 092 Morelia en Michoacán
Fuente: <http://www.oedrus.michoacan.gob.mx>

El territorio del DDR 092 Morelia cuenta con 109,092 ha agrícolas, de ellas el 63% (68,492 has) son de riego. Las condiciones naturales e infraestructura han

favorecido la implementación de sistemas de manejo intensivo en la agricultura, principalmente maíz y sorgo en primavera verano con el 89% de la superficie, y trigo en otoño-invierno (SIAP-SAGARPA, 2017)

2.2 Metodología

El presente estudio es retrospectivo del ejercicio 2016 del componente de extensionismo en el DDR 092 Morelia para el cultivo de maíz, a través de la SAGARPA-SEDRUA. Pretende evaluar las acciones de innovación aplicadas en el ejercicio 2016 mediante los diferentes agentes de extensionismo y los impactos productivos, económicos, ambientales y la relación entre ellos en la actualidad.

La metodología para analizar el impacto del extensionismo en maíz es la investigación mixta, pues permite analizar información tanto cuantitativa como cualitativa, integrando en los impactos, además de los planos económico y ambientales de las innovaciones aplicadas, el plano social de los productores y unidades de producción que se analizan, así como la visión de otros actores que participan en el extensionismo.

2.2.1 Instrumentos de acopio de información

Los instrumentos de investigación aplicados se basan en el enfoque de la investigación mixta, para obtener información cualitativa y cuantitativa de las variables que responden a las preguntas de investigación planteadas. Para ello se diseñaron cuatro instrumentos de acopio de información; una entrevista abierta y tres encuestas semiestructuradas diferenciadas:

Entrevista abierta dirigidas a los diferentes actores que intervienen de manera importante en el proceso de extensionismo. El guion de entrevista se integra por cargo, rol en el proceso de extensión, experiencia en el sector agropecuario, su visión sobre el desarrollo agropecuario y del extensionismo, las limitaciones y oportunidades de mejora del proceso de extensión.

Encuesta semiestructurada a productores (**Anexo 1**), contiene ubicación y aspectos sociales de los productores, características de la Unidad de Producción, del cultivo de maíz y su percepción sobre el extensionismo de los diferentes agentes con los que interactúa en su unidad de producción, así como sobre las innovaciones aplicadas en el proceso productivo.

Encuesta semiestructurada a extensionistas (Anexo 2), engloba los aspectos generales del perfil profesional del técnico, de las herramientas y técnicas usadas para el proceso de extensión, oportunidades y limitaciones del proceso de innovación.

Encuesta semiestructurada a proveedores de insumos (Anexo 3), integra los aspectos generales de ubicación de la empresa y características del perfil profesional de quien atiende el negocio, y características del proceso de extensión a productores en la recomendación y venta de los insumos que ofertan como empresa y que se demanda en la producción de maíz de la zona de estudio.

2.2.2 El tamaño de muestra

Para definir el tamaño de muestra se utilizó como universo de productores el padrón del programa de PROAGRO-Productivo SAGARPA 2016, para el ciclo PV, donde se ubicó una población de 4096 productores en el DDR 092 Morelia. El tamaño de muestra se estimó mediante el muestreo simple aleatorio, con base en la siguiente ecuación:

$$n = \frac{NZ^2 \cdot DE^2}{N \cdot d^2 + Z^2 \cdot DE^2}$$

Donde:

n es el tamaño de muestra

N= tamaño de la población

Z= nivel de confiabilidad (confianza=95%)

d= nivel de error deseado (5%)

DE=desviación estándar esperada (25%)

De acuerdo a la ecuación anterior, con coeficiente de variación de 25%, significancia de 5 % y confiabilidad de 95%, el tamaño de muestra es de **64** entrevistas a productores.

En el caso de los extensionistas no se estimó tamaño de muestra por considerar el universo muy limitado, dado que solo se identificaron 11 extensionistas públicos en el territorio. Para el caso de los extensionistas privados, se recorrió la zona de estudio y se tomó al azar las empresas de agroquímicos ubicadas en el trayecto de las localidades Morelia-Indaparapeo-Álvaro Obregón. De modo paralelo, se entrevistó a investigadores involucrados en el tema y a funcionarios de la SEDUA, SAGARPA, INCA y presidencias municipales. El total de actores entrevistados para la investigación suma 102 personas (Figura 2).

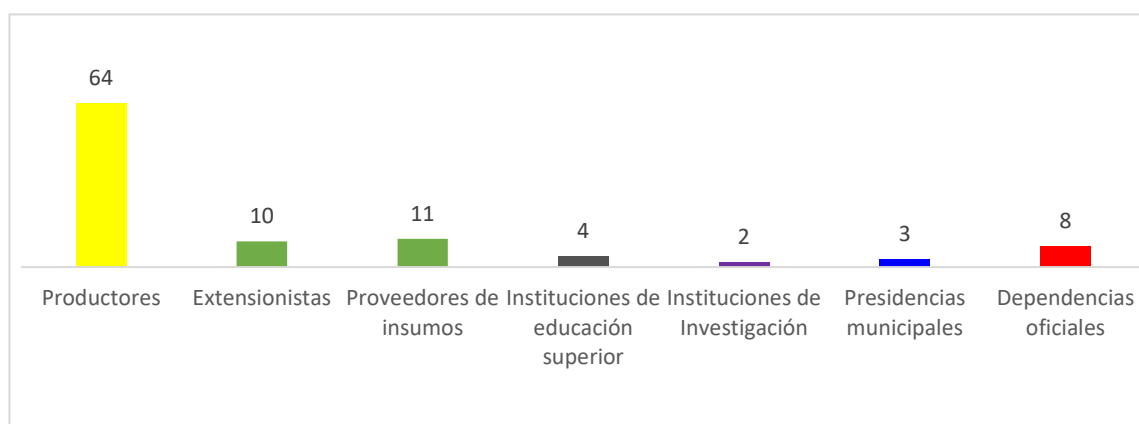


Figura 2. Los actores relacionados en el extensionismo en maíz
Fuente: Elaborado en base a información de campo

La estructura general de la investigación se plantea usando la técnica del árbol de problemas, conforme a la Figura 3, en congruencia con ello cada concepto se explica de la siguiente forma:

Definición del extensionismo, como eje central del proceso de investigación, para lo cual se revisó la evolución histórica del proceso de extensión en México, desde sus orígenes en la etapa postrevolucionaria para facilitar el proceso de reparto agrario, y posteriormente para inducir el uso de tecnologías de visión productivista de la revolución verde, con el uso de semillas mejoradas,

maximización productiva a expensas, en la mayoría de los casos, del deterioro de los recursos naturales, principalmente suelo y agua.

El universo de atención, se refiere al conjunto de unidades de producción analizadas, donde se concentra una diversidad de agentes y/o formas de extensionismo tanto público como privado. Para ello se analizaron los diferentes actores que intervienen en las innovaciones y tecnología a aplicar en el cultivo de maíz de riego.

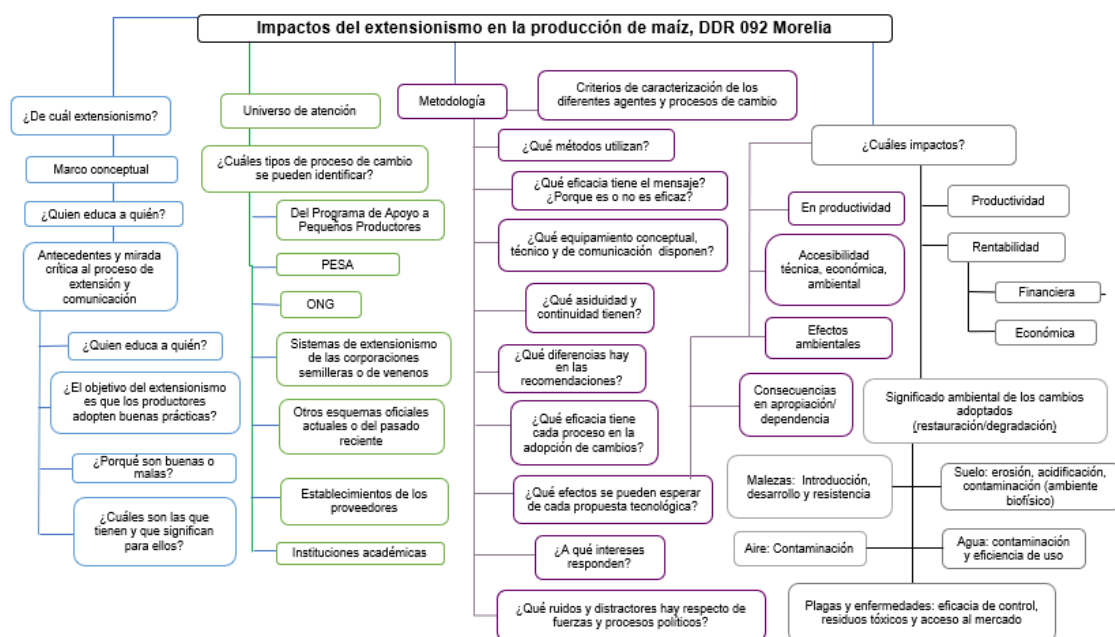


Figura 3. Impactos del extensionismo en la producción de maíz, DDR 092 Morelia
Fuente: Elaboración propia con orientación personal del Dr. Gonzalo Chapela y Mendoza; Mayo, 2017)

La metodología, refiere a las estrategias de trabajo usados por los diferentes agentes de extensión identificados en la zona de estudio, identificando semejanzas y diferencias, con el fin de conocer su efecto en los procesos de innovación en maíz de riego.

Los impactos, hacen referencia a los resultados e implicaciones del manejo productivo realizado por los productores entrevistados, dicho manejo se manifiesta en índice de innovación global (II G) y parcial en los índices de innovación en labranza de conservación (II LC), manejo integrado de plagas (II

MIP) y nutrición del cultivo (II NC). Los impactos del manejo realizado se reflejan en los indicadores productivos (rendimiento), económicos (costos de producción, ingresos, utilidades y relación B/C); y ambientales (externalidades positivas y negativas (contaminación o degradación de suelo, agua y aire).

Para lograr los objetivos del estudio, en el desarrollo de la investigación se cubrieron en las siguientes etapas:

Se seleccionó una muestra representativa de 64 productores de maíz bajo riego, ubicados en el territorio del DDR 092 Morelia. A cada productor se le aplicó una encuesta semiestructurada (Anexo 1) para identificar los diferentes agentes de extensión que convergen en la unidad productiva. Con el mismo instrumento se recabó información social, económica y productiva para las variables consideradas en la investigación, Cuadro 1.

Cuadro 1. Agrupación de las variables de la investigación

VARIABLES DE ESTUDIO	TIPO	DESCRIPCIÓN
VARIABLES SOCIOECONÓMICAS		
Edad	Discreta	Años
Escolaridad	Discreta	Años
Fuentes de ingresos de la UP	Nominal politómica	Agricultura, ganadería, comercio, servicios, remesas, otra
Experiencia como productor de maíz	Discreta	Años
Número de integrantes de la familia	Discreta	Número
Uso de registros productivos	Nominal dicotómica	1-Sí, 0-No
Superficie sembrada de maíz (ha)	Discreta	Número
Beneficiario de extensionismo público	Nominal dicotómica	1-Sí, 0-No
Tiempo con acompañamiento de extensionismo público	Discreta	Años
Compra/venta consolidas de insumos/producción	Nominal dicotómica	0-Individual, 1-Grupal
Tipo de organización	Nominal politómica	1-Grupo informal, 2-Legalmente constituida, 3-Sin organización
Tenencia de la tierra	Nominal politómica	1-Ejidal, 2-Privada, 3-Rentada 4-A medias
Destino de la producción	Nominal politómica	1-Tradición, 2-Autoconsumo, 3- Venta, 4-autoconsumo y venta, 5-tradición y autoconsumo

VARIABLES TECNOLÓGICAS		
Uso de semilla híbrida	Nominal dicotómica	1-Sí,0-No
Manejo del suelo		
Tipo de riego	Nominal politómica	1-Rodado, 2-De precisión, 3-Otro
Manejo realizado	Nominal dicotómica	1-Mecanizado,0-Tradicional
Disponibilidad de tractor e implementos (activos productivos)	Nominal dicotómica	1-Sí,0-No
Disponibilidad de bodega o silo	Nominal dicotómica	1-Sí,0-No
VARIABLES DE INNOVACIÓN, PRODUCTIVAS y ECONÓMICAS		
Índice de innovación Global (IIG)	Continua	Número
Índice de innovación en LC (IILC)	Continua	Número
Índice de innovación en MIP (II MIP)	Continua	Número
Índice de innovación en NC (II NC)	Continua	Número
Rendimiento (ton ha ⁻¹)	Discreta	Número
Costos de producción (\$ha ⁻¹)	Discreta	Número
Ingresos (\$ ha ⁻¹)	Discreta	Número
Utilidades brutas (\$ ha ⁻¹)	Discreta	Número
R B/C	Discreta	Número

Fuente: Elaboración propia

La información derivada de las entrevistas aplicadas a productores fue sistematizada y organizada, derivando en la identificación de cuatro esquemas de extensión: el primero es el extensionismo público, integrado por los extensionistas pagados con recursos públicos; el segundo, el extensionismo privado, integrado por los proveedores de insumos para el cultivo de maíz; el tercero es el extensionismo de las instancias de investigación, y el cuarto el de las instituciones de educación superior. Posteriormente, a cada grupo de extensionismo, se aplicó la encuesta semiestructurada respectiva (**Anexos 2 y 3**) con el fin de conocer el proceso y la metodología empleada para inducir el proceso de innovación.

Por otra parte, se realizaron entrevistas abiertas a los diferentes funcionarios que intervienen en el proceso de extensionismo público, con el fin de identificar la opinión y visión del rumbo del programa oficial en la agricultura dentro del territorio estudiado.

Análisis de información. La información cualitativa y cuantitativa recuperada en campo se integró en bases de datos de Excel y formularios de Google. Posteriormente, la información cuantitativa se procesa en IBM-SPSS Statistics 22 (SPSS). Derivado de ello se determinaron las estadísticas descriptivas y se plantearon las pruebas de hipótesis requeridas para evaluar la diferencia entre grupos, así como los efectos en los indicadores productivos y económicos de las variables analizadas.

2.2.3 El método de investigación utilizado para cumplir con los objetivos

Los esquemas de extensionismo

El productor es el actor central del proceso de innovación, su caracterización se basó en las cualidades socioeconómicas y productivas identificadas con el instrumento de entrevista semiestructurada aplicada. Los resultados de las entrevistas se organizaron para identificar a los agentes de extensión que participan en las UP. De este modo, en la zona de estudio se identificaron cuatro esquemas de extensionismo:

- Extensionismo público u oficial
- Extensionismo privado
- Extensionismo de la Instituciones de Investigación
- Extensionismo de las Instituciones de Educación Superior

El análisis consiste en caracterizar los procesos de cambio con las innovaciones inducidas y aplicadas a través de la asesoría técnica, capacitación y/o desarrollo de investigación y transferencia tecnológica; para ello se emplearon los criterios de: métodos utilizados, eficacia del mensaje, equipamiento conceptual, técnico y de comunicación, frecuencia y continuidad de la asesoría, sus diferencias y eficacia en el proceso de adopción de innovaciones y los intereses a los que responden.

En el árbol de problemas (Figura 2) se plantearon ocho esquemas de extensión para maíz; sin embargo, el primer recorte de la investigación es focalizar a productores de riego, de este modo, de los esquemas planteados, se

descartaron: PESA, por focalizarse a localidades de alta y muy alta marginación y no es el caso de las localidades donde se aplicó el muestreo; ONG, no se identificó ninguna en las UP visitadas; en el caso de los esquemas oficiales del pasado reciente se ubicaron las jornadas culturales, pero también se descalificaron por no estar vigentes en las localidades visitadas.

El Índice de Innovación en maíz riego del DDR 092 Morelia

Para fines del estudio se consideraron tres innovaciones en el proceso productivo de maíz, estas son: Labranza de Conservación (LC), Manejo Integrado de Plagas (MIP), y Nutrición del Cultivo. Cada innovación se integra por un conjunto de actividades o criterios cuya aplicación da certeza de su adopción.

Para la investigación se consideró que no todos los criterios tienen igual relevancia dentro de la innovación, ya que existen algunos que son esenciales en su aplicación, motivo por el cual debe asignarse un mayor peso o ponderación. En este sentido, se consultó a dos investigadores en maíz para calificar (ponderar) los criterios de innovación. Por ejemplo; en LC; no quema, rotación de cultivos e incorporación de esquilmos aportan 25% cada uno, y nivelación y no remoción del suelo se asigna valor de 12.5% a cada uno, el total de criterios ponderados suma el 100%. Este proceso se aplicó en las tres innovaciones de la investigación (Cuadro 2).

Cuadro 2. Ponderación de criterios evaluados en las innovaciones de la investigación

No.	Actividad o criterio de innovación	Peso ponderado en innovación
LABRANZA DE CONSERVACIÓN (LC)		
1	Realiza nivelación de suelo (escrepa o láser)	12.5%
2	No realiza remoción de suelo (solo desvare, alineado y remarcado de surcos)	25.0%
3	Incorpora residuos de cosecha	25.0%
4	Aplica rotación de cultivos	25.0%
5	No quema esquilmos de cosecha	12.5%
Total LC		100%
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)		
1	Cultiva plantas hospederas en cabeceras	10.0%
2	Realiza limpieza y chaponeo de cabeceras	10.0%

3	Usa feromonas para gusano cogollero	10.0%
4	Realiza monitoreo de plagas	20.0%
5	Realiza monitoreo de insectos benéficos	10.0%
6	Usa alternativas biológicas: diatomeas, <i>B. turingensis</i> u otro	10.0%
7	Usa bioplaguicidas (extractos vegetales)	10.0%
8	Aplica insecticidas conforme a BUMA de SENASICA	10.0%
9	Usa reguladores de pH en agua	10.0%
Total MIP		100%
NUTRICIÓN DEL CULTIVO (NC)		
1	Realiza análisis de suelos	25.0%
2	Usa reguladores de pH en suelo	10.0%
3	Usa fórmulas balanceadas, conforme a resultados de análisis de suelo	25.0%
4	Aplica fertilización oportuna (1o. A la siembra, 2o.V6 y 3o. V10)	10.0%
5	Aplica fertilización mixta (sales y foliares)	10.0%
6	Elabora y/o usa supermagro	10.0%
7	Usa lombricomposta o lixiviado de lombriz	10.0%
Total NC		100.0%

Fuente: Elaboración propia, en base a sugerencia de ponderación de investigadores en la materia

Como resultado del instrumento a productores (Anexo 1), se sistematizan las acciones de manejo realizadas (criterios de innovación) por cada productor. De esta forma se definen las variables que alimentan la ecuación adaptada de Aguilar *et al* (2011), (Rugels *et al* 2013)) y (Pérez Guel, Martínez Bautista, López Torres, & Rendón Medel, 2016)), para determinar el Índice de Innovación (II) en las unidades agropecuarias. El II G se componen de tres innovaciones, y se estima con las siguientes ecuaciones:

a) El Índice de Innovación Global (II G):

$$II\ G = \sum_{j=1}^n II_j = II\ LC * A + II\ MIP * A + II\ NC * A$$

Donde:

Ij es la j-ésima innovación aplicada;

n = total de innovaciones analizadas

LC= Labranza de conservación, **MIP**=Manejo integrado de plagas y **NC**=Nutrición del cultivo

A peso específico de cada innovación del universo analizado= $1/n=1/3=0.333$, aportación de cada innovación al II G.

b) El II (LC, MIP y NC):

$$II = \sum_{j=1}^n (I_j^k f_j) A$$

Donde:

n = total de actividades o criterios que integran la innovación analizada:

I_j es la j-ésima actividad o criterio de innovación aplicado; k toma valores de:

- 1, Sí aplica la práctica de innovación,
- 0, No aplica la práctica de innovación

f_j corresponde a la frecuencia relativa de la actividad o criterio de innovación (número de productores que aplican/total de productores estudiados).

A es el peso específico de la actividad en la categoría analizada (valor ponderado de la actividad)

Los índices de innovación se expresan en valores relativos y van en escala de 0 a 1, lo que significa total de las actividades aplicadas sobre el total de actividades consideradas, por ejemplo: II G=0.35, indica aplicación del 35% de las acciones de innovación consideradas o deseables. El impacto de la innovación en indicadores productivos y económicos

El impacto del manejo en los indicadores productivo y económico

Para conocer los efectos de las innovaciones en las dimensiones económica y productiva, fue necesario agrupar a los productores y contrastar los resultados del manejo aplicado, para lo cual se definieron dos criterios de agrupación: el primero fue el ser o no beneficiario del extensionismo público, y el segundo por superficie cultivada.

El criterio de agrupación por superficie cultivada se basa en la focalización de la población objetivo del Programa de Extensionismo de la SAGARPA (IICA, 2018), donde se especifica como población objetivo a los pequeños productores con superficies de cultivo de menos de 5 has y hasta 20 has, prioritariamente los ubicados en las localidades de alta y muy alta marginación. De este modo, para

finés de análisis se definieron tres grupos o categorías de productores (Cuadro 3).

Cuadro 3. Categorías de productores por superficie cultivada de maíz riego consideradas en el presente estudio

Categoría	Superficie cultivada (ha)
Pequeños empresarios	Hasta 5
Empresario en transición	Mayor de 5.1 a menor o igual a 20
Empresario comercial	Mayor de 20.1 y menor o igual a 80

Fuente: Adaptado de IICA (2018).

Una vez agrupada la información, se procesó en el paquete estadístico SPS Statistics para estimar las estadísticas descriptivas e identificar las diferencias entre los grupos mediante las pruebas estadísticas T-Student y Tukey; la primera se aplicó para comparar el desempeño de los variables entre grupos con y sin extensionismo, y la segunda para comparar los indicadores entre categorías de productores por superficie cultivada. El nivel de significancia considerado fue de $\alpha=0.05$.

Las categorías de análisis contemplan variables de innovación, productiva y económica que se indican en el Cuadro 4. Las variables de indicadores ambientales no se integran al análisis estadístico por no tener información disponible para todos los productores.

Cuadro 4. Variables e indicadores utilizados para la valoración del impacto del extensionismo en el DDR 092 Morelia, Mich.

Dimensión	Indicadores
Tecnológica (de innovación)	Índice de Innovación Global (II G), Índice de Innovación en Labranza de Conservación (II LC), Índice de Innovación en Manejo Integrado de Plagas (II MIP) Índice de Innovación en Nutrición del Cultivo (II NC)
Económica y productiva	Rendimiento de cultivo (ton / ha) Costos de Producción, (\$ ha ⁻¹) Ingresos por hectárea (\$ha ⁻¹)=(Rendimiento (ton ha ⁻¹)) * (precio de tonelada de grano); donde 1ton de grano = \$3,500 Utilidades brutas=Ingresos ha ⁻¹ - Costos de producción (\$ ha ⁻¹) R B/C=Ingresos ha ⁻¹ / Costo de producción ha ⁻¹
Ambiental	<i>En la fertilidad del suelo:</i>

Indicadores físicos: textura
Indicadores químicos; macronutrientes, micronutrientes, materia orgánica, Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y pH
Eficiencia de Uso del Nitrógeno (EUN)
Disponibilidad de Agua Subterránea (DAS)
Indicadores de calidad de agua (ICA);
DBO₅, DQO, SST, TA (*Vibrio fischeria* y *Daphnia magna*) y concentraciones de Nitratos, fosfatos y epóxidos

Fuente: Elaboración propia

El impacto del manejo productivo en los indicadores ambientales

Calidad del suelo. La pérdida de la fertilidad del suelo es un fenómeno complejo y multivariado, se relaciona al conjunto de procesos tanto naturales como inducidos por el hombre. En el primer caso destaca los diferentes procesos de erosión, los cambios del clima, la disminución de la materia orgánica. En el segundo caso se debe a la manipulación del suelo para la agricultura donde un uso intensivo promueve la extracción de nutrientes a velocidad mayor a la de restitución o recuperación adecuada; además, las prácticas de manejo alteran los parámetros naturales del suelo como: estructura, materia orgánica, pH, entre otras.

La calidad del suelo fue valorada mediante los parámetros de fertilidad del suelo, con resultados de análisis físico químicos de doce muestras del suelo de la zona de estudio. El procedimiento seguido fue, homologar unidades de los reportes y promediar de los parámetros de referencia e interpretar conforme a lo indicado en la NOM-021-SEMARNAT-2000.

Con este indicador se busca estimar el nivel de aprovechamiento de nutrientes provenientes de fertilizantes, en especial N, dado su nivel de contribución a la contaminación ambiental. del sector agrícola. La EUN representa un potencial de pérdida o contaminación ambiental a través de procesos como volatilización y/o lixiviación. Este indicador expresa los kg de maíz obtenidos por kg de nitrógeno disponible en el suelo (N del suelo+ aplicado en fertilizante), conforme a la siguiente ecuación.:

$$EUN = \frac{\text{kg de grano}}{\text{kg de N disponible en el suelo (propio del suelo + aplicado como fertilizante)}}$$

Donde:

Kg de grano= Rendimiento (kg ha⁻¹)

Kg de N disponible se toma el reportado en los análisis de suelo

N neto aplicado vía fertilización (de acuerdo a la formula comercial usada). Se toma de los registros productivos disponibles de 17 productores que integraron la muestra

Indicadores de disponibilidad y calidad del agua del área de estudio Valorar la disponibilidad y calidad del agua es importante debido a que es uno de los recursos naturales más escaso y vulnerable ante el crecimiento de la población y los fenómenos asociados al cambio climático; para ello se utilizan los siguientes parámetros:

a) **DAS= Disponibilidad del agua subterránea** de la Cuenca del Lago de Cuitzeo. Es resultado de la evaluación de la dinámica de flujo de entradas y salidas del agua en el acuífero 1602 Morelia-Queréndaro, realizada por CONAGUA y publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF) 0/04/2015 y 04/01/2018).

b) **Índice de calidad del agua superficial (ICA)**

La calidad del agua superficial se sustenta en los parámetros, indicadores y valores de referencia en materia de agua, de la Ley Federal de Derecho en Materia de Agua, además del Índice de Calidad de Agua (ICA) evaluado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Antes del 2003, se evaluaban parámetros físicos, químicos y biológicos; conforme a la Norma NOM-127-SSAA1-1994, posteriormente, a partir de 2004, el informe de calidad del Agua se basa en los indicadores de: Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Toxicidad Aguda (TA), Sólidos Suspendidos Totales (SST) y Coliformes Fecales (CF) (Cram, Galicia, & Israde Alcántara, 2010) y (CONAGUA, 2016)).

La interpretación de resultados de los cinco indicadores del ICA, se basa en los parámetros de referencia establecidos por CONAGUA (Cuadro 5) para el monitoreo de la calidad del agua superficial en México. En el caso de las pruebas

de toxicidad *Daphnia magna* es sensible a metales pesados y *Vibrio fischeri* a componentes orgánicos (residuos de plaguicidas).

Cuadro 5. Resumen de parámetros de referencia de calidad del agua superficial

Interpretación de parámetro	DBO ₅ (mg/l)	DQO (mg/l)	SST (mg/l)	TA (<i>Vibrio fischeri</i> y <i>Daphnia magna</i>) (Unidades de toxicidad (UT))	
Excelente	DBO ₅ ≤ 3	DQO ≤ 10	SST ≤ 25	No detectable	TA ≤ 1
Buena Calidad	3 < DBO ₅ ≤ 6	10 < DQO ≤ 20	25 < SST ≤ 75	Toxicidad baja	1 < TA ≤ 1.33
Calidad Aceptable	6 < DBO ₅ ≤ 30	20 < DQO ≤ 40	75 < SST ≤ 150	Toxicidad moderada	1.33 < TA ≤ 5
Contaminada Fuertemente	30 < DBO ₅ ≤ 120	40 < DQO ≤ 200	150 < SST ≤ 400	Toxicidad alta	TA ≥ 5
Contaminada	DBO ₅ > 120	DQO > 200	SST > 400		

Fuente: CONAGUA, 2015; donde TA=Toxicidad Aguda

Los indicadores de DBO y DQO miden la contaminación de compuestos predominantemente orgánicos (DBO) e inorgánicos (DQO). “Son una medida del requerimiento de oxígeno para la degradación de la carga de contaminantes vertidos, por lo que el incremento de éstos puede conducir incluso a condiciones de anoxia con las consecuentes alteraciones en los sistemas acuáticos y la vida natural que sustentan” (Cram, Galicia, & Israde Alcántara, 2010). Ambos parámetros de evaluación y valores de referencia se complementan. Se consultaron los resultados de los monitoreos realizados por CONAGUA al Río Grande Morelia, principal afluente del Lago de Cuitzeo período 2012-2016

c) **Contenido de Nitratos y Fosfatos**, se tomaron como referencia los parámetros de calidad de agua superficial de la NOM -127-SSA1-1994 y de Ley Federal de Derecho en Materia de Agua (2007) y se contrastaron con los valores promedio del periodo 2012-2017 de los informes de CONAGUA, delegación Michoacán.

d) **Contenido de Elementos Potencialmente Tóxicos (EPT)** Se utilizó como criterio el límite de efecto probable o PEL (por sus siglas en inglés) donde sus valores representan el nivel de riesgos o daño en el ambiente como

contaminantes⁶, en específico la concentración de Epóxidos (límite PEL=0.03 mgKg⁻¹, NOM-127-SSA1-1994, modificada en 2000), derivado de los plaguicidas aplicados. Se toman los resultados de investigaciones realizadas en el río Grande de Morelia y el Lago de Cuitzeo.

Explicación de los resultados encontrados en la innovación del cultivo de maíz

- **En las características del productor.** Se consideraron las variables de edad, nivel de escolaridad, integrantes de la familia (unidad de producción), fuentes de ingresos, superficie cultivada e Índice de Innovación Global.

- **En las características de las unidades de producción:** Destino de la producción, tenencia de la tierra, uso de registros productivos y acompañamiento con extensionismo público.

- **En las cualidades del paquete tecnológico o manejo productivo** aplicado: Preparación del suelo (LC), semilla, labres culturales, riego, manejo mecanizado, equipo e infraestructura, nutrición y MIP.

- **En las características del modelo de extensionismo,** refiere básicamente al planteamiento de trabajo que se establece por SAGARPA.

⁶ Un contaminante es toda sustancia o elemento químico de origen natural o antrópico que se acumula en el medio y puede tener efectos adversos o tóxicos en diferentes grados en organismos, la salud del hombre y el funcionamiento del ecosistema (Wayne et al, 1999, citado por (Cram, Galicia, & Israde Alcántara, 2010)). La distribución y concentración de los contaminantes son un indicador de las actividades antrópicas.

CAPÍTULO III. MARCO CONTEXTUAL

3.1 El maíz a nivel nacional y local

En México se producen alrededor de 25 millones de toneladas de maíz al año, volumen que posiciona al país en el 7^{mo} lugar a nivel mundial, en tanto en consumo se tiene el 4to lugar con 37 millones de toneladas. Para cubrir las necesidades de consumo se importa alrededor de 12 millones de toneladas al año, siendo esta la meta de incremento de la producción nacional (FIRA, 2016).

A nivel nacional, en el periodo 2005-2015 se cosecharon en promedio 22.085 millones de toneladas, cultivadas en 7,733 millones de has, de las cuales: 73% fueron en ciclo PV y 27% en otoño invierno; y 56% en régimen de temporal y 44% en OI, Figura 3, (FIRA, 2016 y SIAP-SAGARPA, 2017). Para el periodo 2005-2015 se observa que Michoacán aportó un 7% promedio al volumen nacional, destacando entre el 3º-5 lugar (SIAP-SAGARPA, 2005-2015).

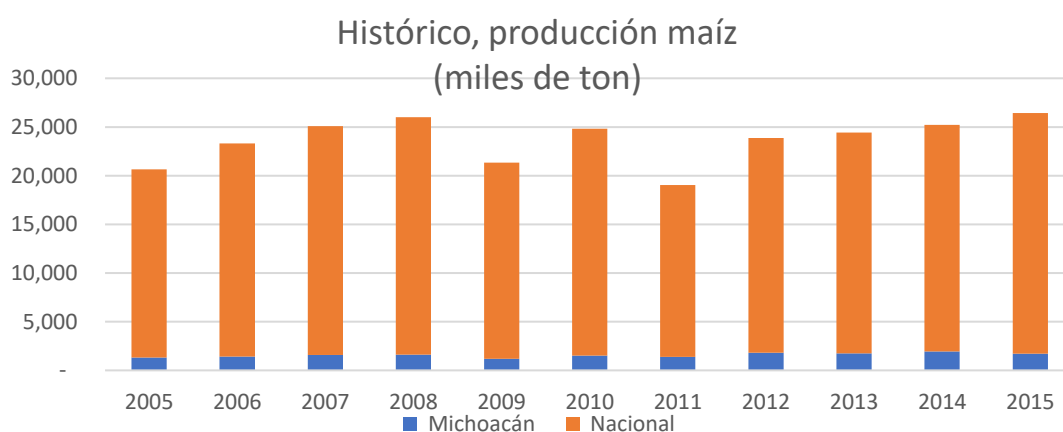


Figura 3. Producción histórica de maíz, Michoacán y Nacional

Fuente: SIAP-SAGARPA y FIRA, 2016

En Michoacán, el maíz es el principal cultivo de acuerdo a la superficie cultivada, con un promedio en el período 2010-2017 de 1'120,458 ha. Ocupó el 44% y 41% de la superficie agrícola en 2016 y 2017, respectivamente. En los ciclos 2016 y 2017, en el DDR 092 Morelia se cultivaron 63,026 y 57,705 ha de maíz, y de ellas aproximadamente el 12% fue en la modalidad de riego (OEIDRUS, 2018)

3.2 Características físico-ambientales del DDR 092 Morelia

3.2.1 Clima

El clima predominante para la zona de estudio es el templado subhúmedo (Figura 4), a excepción de una porción sur de los municipios de Tzitzio y Villa Madero con clima cálido subhúmedo. La precipitación media es de 850 mmm anuales, con lluvias en verano de junio a septiembre. La temperatura media anual es de 20°C, con promedios máximo de 31°C durante los meses de abril y mayo y mínima de 8°C en enero ((SIG-INEGI, 2017)). La altitud oscila en su mayoría de 1,500 a 2,500 msnm, con un mínimo de 900 msnm en Tzitzio y Madero y un máximo de 3,500 en Zinapécuaro y Acuitzio.

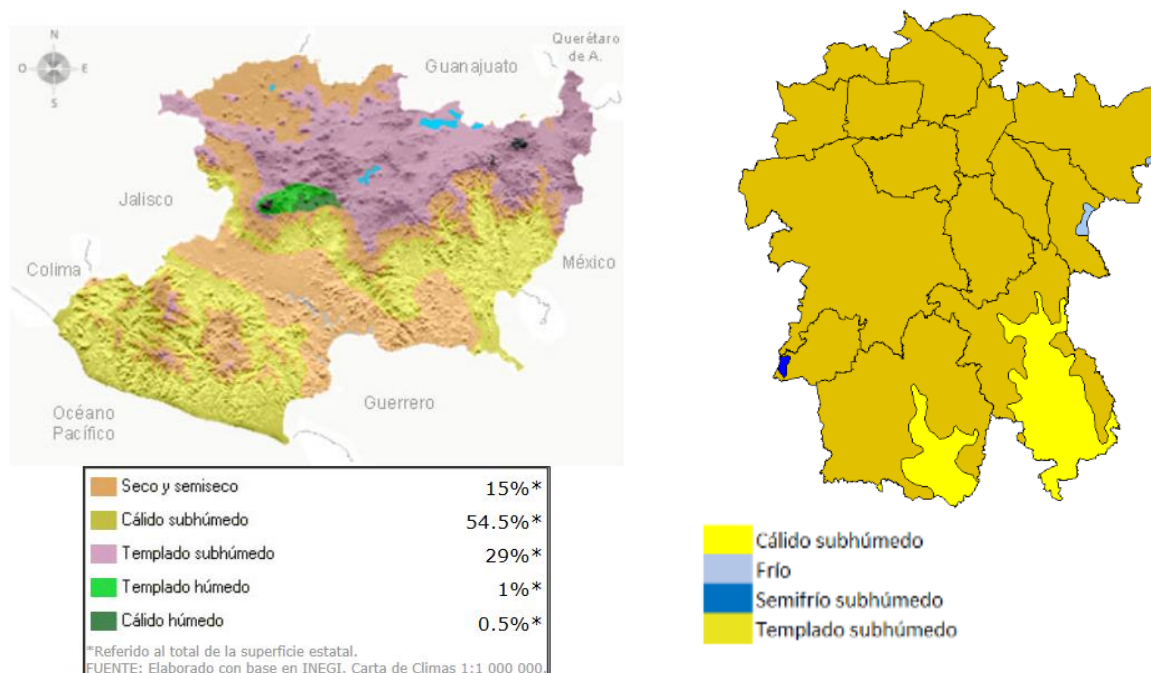


Figura 4. Clima del DDR 092 Morelia
Fuente: OEIDRUS-Mich y Elaboración propia SIG-INEGI,2018

3.2.2 Suelos

Los suelos dominantes del DDR 092 (Figura 5) son: Luvisoles 19.6%, Vertisoles 19.3%, regosoles 15.3% y andosoles 7.9% y Feozem 8.5% (OEIDRUS, 2018).

Las características que los definen son las siguientes (INEGI, 2018):

Luvisoles, del latín *lumi*, *luc*: lavar, literalmente, suelo con acumulación de arcilla; contienen enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, con frecuencia de color rojo o amarillento, favorecen rendimientos moderados en la agricultura, son suelos de alta susceptibilidad de erosión.

Vertisoles, del latín *vertere*, voltear; suelo que se revuelve o voltea; contienen alto contenido de arcillas que se expanden con la humedad, y contraen con la sequía, ocasionando grietas en la superficie o determinada profundidad, por lo general de color negro o gris oscuro en la zona de estudio, de amplia capacidad productiva, de baja susceptibilidad a la erosión y alto riesgo a la salinización.

Regosoles, del griego *reghos*, manto, cobija o capa de material suelto que cubre la roca, por ser de poco desarrollo y no presentan capas diferenciadas entre sí. Son suelos muy jóvenes que se desarrollan sobre material no consolidado (agregado natural de partículas poco cohesivas, no cementadas entre sí), de colores claros y pobres en materia orgánica, su color es parecido a la roca que le da origen; con frecuencia someros de fertilidad variable, su productividad condicionada a la profundidad y pedregosidad.

Andosoles, del japonés *an*: oscuro; y *do*: tierra, tierra negra. Son suelos de origen volcánico, constituidos de ceniza, el alto contenido de alófono le confiere ligereza. Tienen alta capacidad de retención de humedad, con capacidad para retener el fósforo y susceptibles a erosión eólica.

Feozems. Del griego *phaeo*: pardo; y del ruso *zemljá*: tierra, significa tierra parda. Tienen una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica y nutrientes,

de profundidad variable, siendo de mayor profundidad en los valles y de menor profundidad en laderas o pendientes, considerados en el grupo de suelos fértiles.

Conforme a las descripciones de la carta de suelos de la zona de estudio, puede decirse que la mayoría de los suelos son de buen contenido de materia orgánica, de buena profundidad y fertilidad de adecuada.

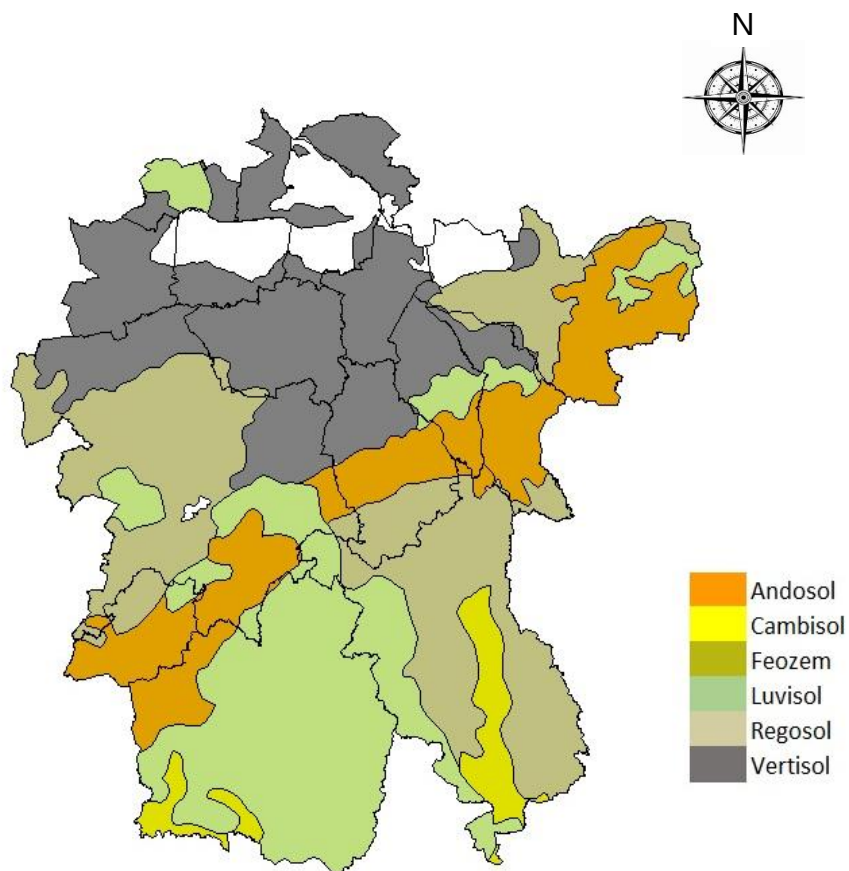


Figura 5. Mapa de suelos, DDR 092 Morelia
Fuente: Elaboración propia, con información SIG, INEGI.

3.2.3 Vegetación y uso del suelo

Acorde al mapa de vegetación y uso del suelo del DDR (Figura 6), la vegetación predominante del territorio del DDR 092 es bosque de pino 23%, Agricultura de temporal 22%, Bosque de encino 19%, Agricultura de riego 10%, Pastizal cultivado 8%. Selva baja 8%, otros tipos de vegetación, cuerpos de agua y zona urbana constituyen el otro 10%.

Los principales cultivos por la superficie sembrada son maíz, sorgo, avena, trigo, frijol y alfalfa. Los productos pecuarios de mayor aportación económica al estado son Aves, Porcinos, bovinos, leche, huevo y miel (OEIDRUS, 2018).

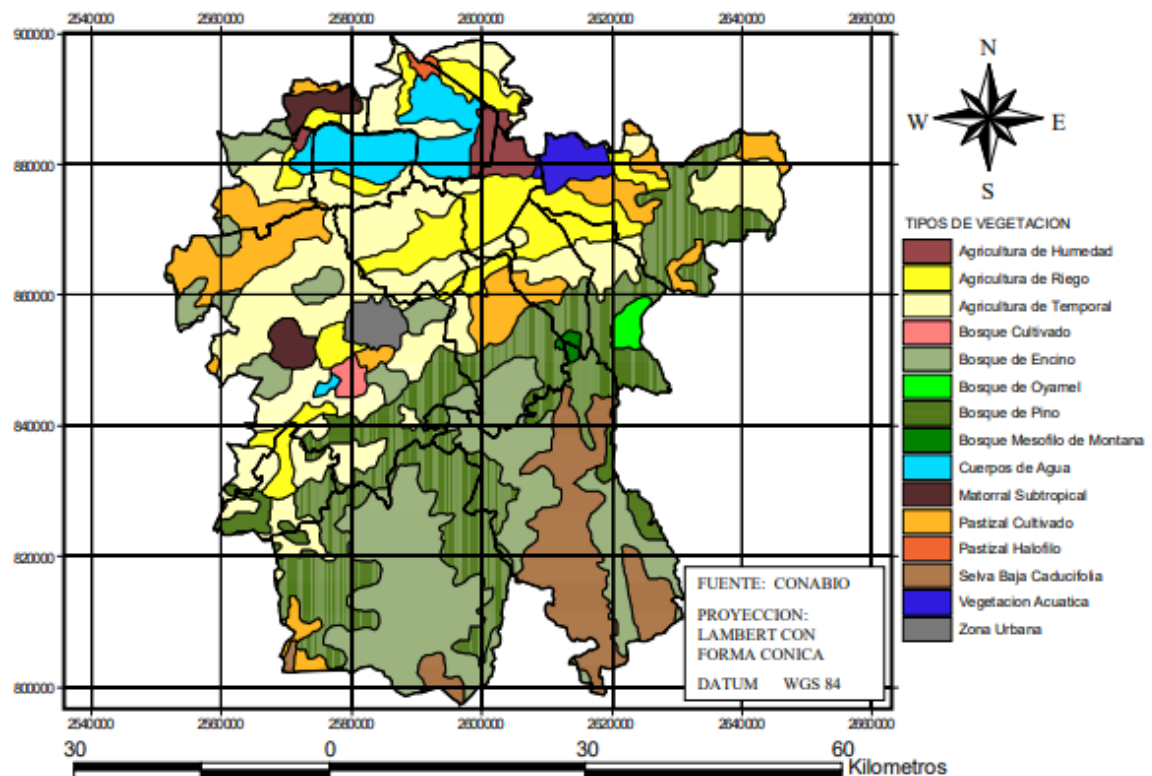


Figura 6. Mapa de vegetación y uso del suelo. Fuente:

<http://www.oeidrus.michoacan.gob.mx/App/html/publicaciones/Rasgos/092%20Morelia.pdf>

3.2.4 Relieve

El territorio se conforma por montañas y lomeríos de elevaciones mayores a 3000 msnm y la segunda por valles de origen tectónico y fluvial, con zonas planas y amplias con altitudes de 1600-2000 msnm, que desembocan en el Lago de Cuitzeo cuya altura promedio es de 1840 msnm.

El relieve es poco accidentado en el centro y norte del distrito, volviéndose más accidentado hacia el sur y sureste, debido al descenso de la altura. Las mayores alturas se ubican al sur del Distrito en los municipios de Acuitzio y parte de Morelia y al suereste en los municipios de Charo y Queréndaro, parte de Indaparapeo y Zinapécuaro.

3.2.5 Hidrología

Geográficamente el área de riego del DDR 092 se integra el distrito de riego 020 y se localiza sobre el acuífero Morelia-Queréndaro, definido con clave 1602 en el Sistema de Información geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA. Dicho acuífero, se ubica en la porción noreste del estado de Michoacán, entre los paralelos 19° 26' y 20° 08' de latitud norte y los meridianos 100° 38' y 101° 29' de longitud oeste, ocupa una superficie aproximada de 3,510 km² (

Figura 6) e integra los municipios completos de Cuitzeo, Huandacareo, Santa Ana Maya, Copándaro, Tarímbaro, Álvaro Obregón; de manera parcial los municipios de Morelos, Chucándaro, Morelia, Quiroga, Lagunillas, Acuitzio, Charo, Zinapécuaro, Queréndaro e Indaparapeo; y pequeñas porciones de los municipios de Pátzcuaro, Huiramba y Huaniqueo (CONAGUA, 2015).

El territorio del Distrito 092 Morelia cuenta con un conjunto de cuerpos de agua para abastecimiento urbano y productivo; entre ellos, el Lago de Cuitzeo que es el segundo lago más importante de México, las presas de Cointzio y Malpaís, ríos: Grande, Queréndaro, Chiquito, San Lucas y Zinapécuaro y un conjunto de

pozos profundos. La corriente de agua más importante del territorio es el Río Grande de Morelia, que desemboca en el Lago de Cuitzeo (

Figura 6) y junto con el río Zinapécuaro drenan el 45% de la superficie de la cuenca del Lago.

Las fuentes de abastecimiento de agua superficial son el Río Grande de Morelia y el Río Queréndaro, los cuales son almacenadas en la presa de Cointzio y Malpaís, respectivamente.

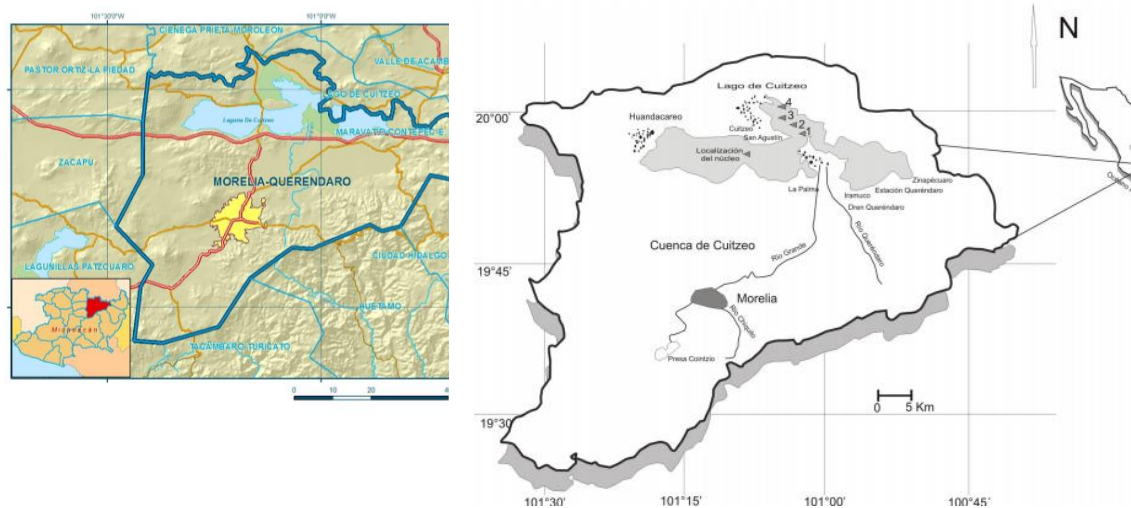


Figura 6. Localización del acuífero 1602 Morelia-Queréndaro y el Río Grande de Morelia

Fuente: CONAGUA, 2015 e (Israde Alántara, y otros, 2010)

El Río Grande, es el más importante de la cuenca, desemboca al sureste del Lago de Cuitzeo, tiene un trayecto de 26 kilómetros (Díaz Rodríguez, 2013) se estima un volumen medio anual de 153 Mm^3 , en él confluyen los ríos Tirio y Tiripetío que descargan en la presa de Cointzio, tiene dos ríos afluentes importantes: el Charo y el Chiquito. y en su cauce, cruza por la ciudad de Morelia

El Río Queréndaro. Se origina en la Sierra de Oztumatlán, integra los cauces de los ríos San Lucas y Zinapécuaro, descarga en la presa Malpaís y prosigue al noreste por el poblado de Tzintzimeo y finalmente descarga al Lago de Cuitzeo.

Presa Cointzio, tiene una capacidad de 84.84 Mm^3 , se ubica a 13 km aguas arriba de la ciudad de Morelia, su cauce es el Río Grande de Morelia, hasta la derivadora Quirio donde tiene origen el canal principal Joconoles.

Presa Malpaís, con capacidad de almacenamiento de 24 Mm^3 , almacena los escurrimientos de los ríos Queréndaro y Zinapécuaro, y es la fuente de riego de 4,100 ha próximas al río del poblado de Queréndaro.

Pozos, el distrito de riego 020 cuenta con 108 pozos particulares profundos para riego agrícola, con un gasto promedio de 63 l s^{-1}

En resumen, el distrito de riego 020, tiene una superficie de 21,883.44 ha de riego, en ellas la principal fuente de abastecimiento para riego agrícola es el agua superficial, seguida por agua subterránea. En términos globales el territorio del distrito de riego cubre la superficie del Valle de Morelia-Queréndaro, espacio donde se desarrolla la presente investigación, donde las características de clima, suelo y relieve otorgan una buena aptitud para el cultivo de granos, hortalizas y forrajes.

CAPÍTULO IV. MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes y mirada crítica sobre el proceso de extensionismo en México

El extensionismo en México se relaciona con los Centros de Investigación, Transferencia de Tecnología y Educación como fuentes de generación de tecnologías para el desarrollo agropecuario. Su inserción en el sector rural tiene lugar en el paquete de políticas públicas orientadas a incrementar la productividad agropecuaria (Ávila, 2004). Su origen en 1911, es paralelo al proceso de reparto agrario, donde los extensionistas facilitaron el proceso y posteriormente brindaron apoyo técnico para la producción agropecuaria.

Toma forma durante el Cardenismo en 1936, cuando se rediseña como programa de extensionismo (Ávila, 2004), en un contexto de grandes inversiones en infraestructura hidro-agrícola, servicios rurales y subsidios para fomentar la producción de alimentos. Algunas de las características del proceso de extensionismo son las siguientes:

Visión productivista de su intervención, mediante el uso de “paquetes tecnológicos” que incluyen el uso de insumos para intensificar la producción. Este proceso se observa de forma marcada en dos momentos históricos: el primero durante el Cardenismo, y el segundo con la Oficina de Estudios de la Fundación Rockefeller en 1946 y la implementación de la Revolución Verde en 1950, ésta última, basada en el uso de variedades mejoradas, irrigación, fertilizantes y maquinaria para transformar los sistemas productivos.

En la actualidad el paquete tecnológico de la revolución verde ha sido muy exitoso en cuanto a la adopción de insumos externos en la agricultura, en

específico maíz, desplazando casi a la extinción el uso de métodos tradicionales en la producción.

Por otra parte, se reconoce la labor de los Centros de investigación y Universidades, sin embargo “no tienen programas organizados de actualización a técnicos ni de transferencia de tecnología” ((OCDE), 2011). Existe una comunicación muy limitada extensionistas-investigadores para la transferencia de las tecnologías innovadoras.

Sucede en un contexto de subsidios al sector agropecuario como parte de la política pública para el desarrollo nacional, donde la productividad es el objetivo que persiste desde su origen hasta la fecha. Surge en un entorno donde la inversión pública en “infraestructura de irrigación, electrificación, comunicaciones y de introducción de servicios para las pequeñas localidades alejadas de los centros urbanos” (Gómez Oliver, 1994) fue parte de esencial para el desarrollo nacional.

Los subsidios al sector agropecuario se aplican de forma desigual, favoreciendo a quienes más tienen, ello significa que para los productores con mejores ventajas tecnológicas los cambios propuestos tienen mejor oportunidad de ser adoptados, puesto que disponen de mejores “herramientas” para implementarlos. En este sentido, A partir de 2016, el Extensionismo vira y coloca como universo de atención a los pequeños productores ubicados en las zonas de alta y muy alta marginación. En años anteriores la población objetivo son los productores pertenecientes a los estratos E1, E2, E3 y E4 (FAO-SAGARPA, 2012) ubicados en localidades con cobertura del Componente. En el caso de Michoacán la cobertura territorial del componente se realiza conforme a la aptitud productiva (SAGARPA, 2014) y priorizando las localidades de alta y muy alta marginación.

En este proceso los extensionistas se desempeñaron como operarios, pues su desempeño se orientó a la aplicación de paquetes tecnológicos precisos, “cercenando” sus posibilidades de aportar, pues cualquier cambio implicaba riesgo de perder crédito o seguros para el productor. De este modo los

extensionistas fungieron como aplicadores de políticas institucionales y no en las necesidades y el desarrollo de capacidades de los productores (Domínguez, 2018).

El extensionista trasmite un **mensaje de cambio tecnológico de forma unilateral, en la mayoría de los casos**, donde se cuestiona tanto el contenido como la efectividad del mensaje. El contenido porta un cambio que pasa por alto las prácticas tradicionales fomentando una dependencia de insumos externos, aun cuando las innovaciones consideran tecnologías para el cuidado del ambiente (labranza de conservación, manejo orgánico, manejo integrado de plagas, entre otros) la adopción de estas es limitada, y muchas veces no parte de las necesidades específicas a las condiciones productivas de las unidades de producción atendidas.

En los resultados del diagnóstico aplicado a los servicios de extensión de América Latina, se etiqueta como obsoleto el modelo lineal de cambio usado en el marco de un servicio centralizado dependiente de la SAGARPA (Ardila, 2010). Actualmente el nuevo extensionismo, se reorienta al enfoque territorial en el proceso de gestión del conocimiento (IICA, 2018).

Se identifica una **diversidad de agentes y formas** de extensionismo que actúan de forma simultánea en el territorio para una actividad productiva, donde cada uno lleva una visión del desarrollo con tecnologías para el manejo de los recursos naturales de forma disímil, pues en ocasiones es contraria (las empresas de agroquímicos) y en otras es sinérgica (investigación, educación y la extensión). En este tema, el extensionismo se da por parte de los Centros de Investigación Agropecuaria como el INIFAP, el CIMMYT, Las Fundaciones Produce, Las Universidades e Institutos de Educación Agropecuaria, las casas de agroquímicos, las empresas distribuidoras de semillas, los Distritos de Desarrollo Rural, Instituciones crediticias, otros programas como Sanidades (acuícola, pecuaria y agrícola), productores líderes, Direcciones de Desarrollo de los

municipios, las Misiones Culturales⁷ y los extensionistas contratados en el Componente de Extensionismo del Programa de Apoyo a Pequeños Productores, entre otros.

En este aspecto, para autores como Ardila (2010) menciona que la evolución de la realidad campesina ha generado un mercado diversificado para la prestación de servicios de extensión con la participación de múltiples actores: públicos, privados, ONG y de los mismos agricultores.

Discontinuidad del servicio y visión productivista de la intervención, Rendón *et al* (2015), afirman que los procesos de extensión en México “muestran discontinuidad en su operación y un propósito centrado en la búsqueda de la productividad, y no en la mejora de la calidad de vida de la población rural ni en la sustentabilidad de los sistemas de producción”.

En los últimos años **se identifica un severo deterioro de los recursos tierra y agua** asociado entre otros factores a las practicas productivistas y a la aplicación de insumos como “agroquímicos y semillas” en las actividades agropecuarias. Esta situación es muy notoria en los sistemas de manejo intensivo, pues en cada ciclo productivo se observa una tendencia creciente en los “requerimientos” de insumos para mantener los niveles de productividad adecuados (Encuesta directa a productores, 2017).

4.2 La tecnología y el desarrollo

En las revoluciones tecnológicas existen diferentes cambios del proceso productivo y en los modos de vida de la sociedad ¿estaremos ahora ante una aceleración cíclica de la misma naturaleza o ante transformaciones prodigiosas

⁷ Se fundan en 1923 y persisten vinculadas a la Secretaría de Educación, originalmente además dentro de las actividades se brindaba asesoría técnica en agricultura y ganadería. Actualmente se ocupan de capacitación en artes y oficios a comunidades de 1000 a 5000 habitantes (SEP, 2017). codigo.michoacan.gob.mx/tramites/tramite.php?id=126&Solicitud%20de%20Servicio%20de%20una%20Misi%C3%B3n%20Cultural

de las fuerzas productivas tan preñadas de consecuencias que debemos clasificarlas como una nueva revolución tecnológica? (Ribeiro, 1971)

La relevancia de los progresos alcanzados y el carácter irruptivo de las nuevas innovaciones parecen indicar que efectivamente estamos en una nueva revolución tecnológica, pues el cúmulo de innovaciones se traducen en capacidad humana de acción, de pensamiento, de organización y de planteamiento. El impacto de estas innovaciones se manifiesta en la vida diaria en nuevos materiales y máquinas-herramientas automatizadas, en la comunicación en masa y difusión.

El proceso civilizatorio universal está condicionado por la evolución sociocultural que actúa por saltos en los procesos productivos, por la multiplicación de los resultados de su aplicación. El poder modelar el futuro es la característica distintiva de la anterior revolución tecnológica. Ante esto el reto de las sociedades avanzadas es regir el proceso de cambio provocado por el desarrollo científico tecnológico para determinar su ritmo y dirección en que se ejercerá sobre los pueblos (Ribeiro, 1971).

Las universidades y centros de investigación están perdiendo gran parte de la autonomía y capacidad para ejercer la función decisiva de nuclear pensamiento independiente y creación cultural libre. En ello los científicos pasan progresivamente a realizar la función asesora de altas jerarquías civiles, militares y empresariales, con problemas éticos de ser los agentes del desencadenamiento de fuerzas naturales capaces de dar fin a todas las formas de vida (Ribeiro, 1971).

La ciencia pasa del plano ideológico al adaptativo, convirtiéndose en el agente más eficaz de acción sobre la naturaleza, de reordenamiento de sociedades y de configuración de sociedades humanas debido a tres factores:

- Incremento exponencial del pensamiento científico.

- La profesionalización de la ciencia y tecnología para transformar las sociedades expuestas al impacto de la nueva revolución.
- La expansión de recursos para el desarrollo tecnológico de proyectos.

Para Ribeiro (1971), la ciencia es el agente fundamental de la acción humana sobre la naturaleza externa, sobre el orden social y sobre la propia naturaleza humana., actualmente los intereses económicos pueden ser una fuerza más poderosa que la misma ciencia, Los efectos en los desajustes, fuerzas productivas y relaciones de producción, alcanzan a algunos sectores de la fuerza de trabajo, produciendo masas de desplazados, y por último generando multitudes de marginados social y ocasionalmente.

La problemática del desarrollo evidencia el carácter transitorio de las instituciones, la naturaleza y el papel de los conglomerados de intereses en la implantación de ordenamientos sociales, haciendo perceptibles el carácter progresivo o regresivo de las tensiones que se producen dentro de las sociedades en transición. En esta gama de problemas están la actualización y aceleración histórica y por otra parte el estancamiento cultural, de atraso o regresión histórica. (Ribeiro, 1971). “Las revoluciones tecnológicas reflejan grandes transformaciones en las sociedades y en un proceso civilizatorio van apareciendo nuevas formaciones socioculturales (Ocampo López, 2006).

En resumen, las sociedades humanas emergieron con la revolución agrícola de la condición de tribus de cazadoras y recolectoras a la vida de aldeas agrícolas o en hordas pastoriles nómadas, a través de procesos civilizatorios sucesivos. Su transición se expandió hasta abarcar a todo el mundo, transformando y dinamizando la vida de los pueblos, integrando a la mayoría de ellos en las nuevas tecnologías y marginando a otras como sociedades atrasadas en la historia.

De acuerdo con lo anterior la transformación de la naturaleza a través del progreso tecnológico a un ritmo mayor al de la asimilación de los conocimientos

técnicos y de la recuperación de la base productiva, pone en riesgo la vida del hombre.

4.3 La visión futura del extensionismo

En el contexto histórico de evolución del extensionismo, se destaca la visión productivista, privilegiando la productividad a costa del deterioro de los recursos naturales (Aguilar, 2004 y Rendón *et al*, 2015). Por otra parte, el proceso de transferencia del conocimiento o mensaje de cambio, tradicionalmente es en sentido vertical del profesional hacia el productor, encontrando desarticulación con programas e instituciones que implementan el esquema demostrativo de las innovaciones generadas como CIMMYT, FIRA, INIFAP, Fundaciones Produce, Instituciones de Educación y el sector privado, entre otros.

Rendón *et al* (2015) afirman que los procesos de extensión en México “muestran discontinuidad en su operación y un propósito centrado en la búsqueda de la productividad, y no en la mejora de la calidad de vida de la población rural ni en la sustentabilidad de los sistemas de producción”. Esto significa que las innovaciones aplicadas no consideran el tema de la sustentabilidad en las prácticas de producción agropecuaria, por lo que, ante la crisis mundial de cambio climático y globalización, tomar este rumbo con tecnologías sustentables es una opción adecuada. En la práctica pareciera que el modelo oficial de extensión favorece el deterioro de los recursos, en su búsqueda permanente de mejorar productividad en el sector agropecuario.

En 2010 Ardila realiza un análisis del desarrollo de los servicios de extensión en América Latina identificando tres comportamientos para tendencia futura del extensionismo (Figura 7).

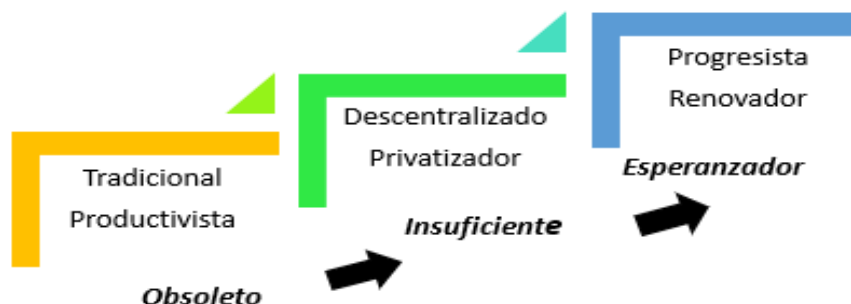


Figura 7. Trayectorias ocurridas y esperadas en extensión y asistencia técnica.
Fuente: Tomado de Ardila (2010)

Productivista o tradicional, se orienta al incremento de productividad con cambios técnicos, obsoleto a futuro. En este esquema se concibe el problema de innovación como falta de información y organización en la difusión de innovaciones, siendo la investigación el líder de información y el productor en un rol pasivo como receptor de innovación. En este esquema el extensionista es el puente de comunicación de las innovaciones (Berdegú, 2002).

Descentralizado privatizador, al descentralizar muchas de las tecnologías son apropiadas a las regiones, pero insuficientes en lo local, ya que el sector más vulnerable poco es sujeto de apoyo (Ardilla, 2010). Surge en el proceso de reformas del estado en la apertura comercial y elevado costo de la plantilla de profesionales del estado, por lo que se transforma en un esquema de coproducción “público-privado” (Berdegú, 2002), asignando al productor un rol más activo al demandar y calificar la calidad de los servicios de extensión. En este esquema el estado asume: la focalización del gasto público mediante los criterios de elegibilidad, la regulación del servicio mediante normas, y el seguimiento y evaluación del desempeño profesional. Por su parte, el sector privado es responsable de la planificación y definición de los objetivos de la intervención, el diseño de las metodologías, instrumentos de planificación, ejecución del trabajo de campo, seguimiento y evaluación del servicio.

Progresista renovador, son progresistas tecnológicamente e incluyentes socialmente. Las tecnologías diseñadas para lo local y/o tradicional, sin alterar estructura de costos y el medio ambiente. Desde la óptica del autor este modelo

debe ser la tendencia y prioridad futura del extensionismo, dado el impacto del cambio climático y por la necesidad de preservar la biodiversidad, como semillero de soluciones futuras (Ardila, 2010).

En este contexto existe una gran presión económica, social y política para mejorar los sistemas de producción con tecnologías sustentables, para producir alimentos sin deteriorar el medio ambiente. El extensionismo puede tener un papel clave en el desarrollo rural, dado su papel de facilitador y agente de cambio para la transferencia y adopción de tecnologías sustentables, por lo cual es un factor determinante también para quienes planean y ejecutan las políticas públicas y que buscan compartir este paradigma.

El desarrollo del extensionismo como programa de política pública en México se muestra en la Figura 8, acorde con ello, en el conjunto de eventos que marcan la pauta del uso de innovaciones para mejorar la productividad de los sistemas de producción agropecuarios, datan de más de alrededor de un siglo en México, su inicio se plantea en 1911 con el fin de facilitar los procesos de reparto agrario y posteriormente fomentar un paquete tecnológico para incrementar la productividad. Esta situación ha tenido un conjunto de cambios en el proceso, los más marcados son la integración de una plantilla de profesionales a cargo del estado, posteriormente sucede un proceso de privatización de los servicios pasando a ser de carácter público-privado. Otro aspecto importante de origen fue la vinculación INIA e INIP (que dio origen al INIFAP) para desarrollar investigación y generar paquetes tecnológicos de amplia cobertura geográfica. Recientemente se caracteriza por la limitada o nula vinculación con los centros de investigación y educación como fuentes de generación de tecnologías para innovar en los sistemas productivos rurales. Administrativamente el proceso ha estado regulado mediante Reglas de operación de la SAGARPA y su ejecución por los gobiernos de los estados, quienes focalizan los recursos priorizando cadenas productivas y territorios. Actualmente, el componente de extensionismo de la SAGARPA, se ubica en el Programa de Apoyo a Pequeños Productores desde 2016 a la fecha (RO-SAGARPA, 2016, 2017 y 2018).

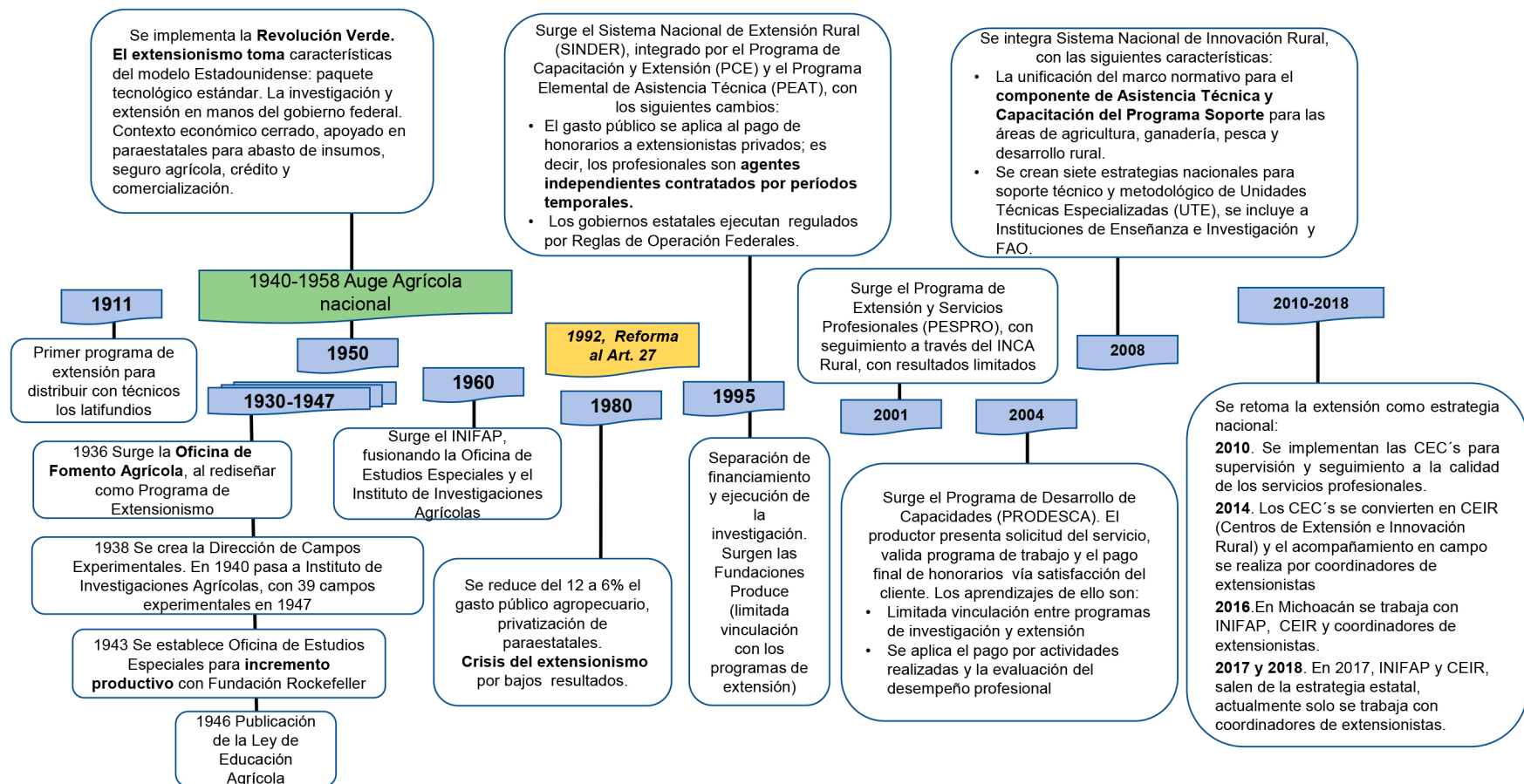


Figura 8. Desarrollo Histórico del Extensionismo en México
Fuente: Elaboración propia, basado en revisión de literatura

4.4 Extensionismo, comunicación o educación

4.4.1 Extensionismo

Las definiciones de extensión varían de acuerdo al contexto y autor de referencia, algunas de ellas son:

El término extensionismo surge en Estados Unidos, en el contexto de las estaciones escuela para llevar los adelantos científicos a manos del productor y su familia. (Barrientos & Ryan, 2005) y (Ugalde V, 2012). El extensionismo **busca extender, difundir y propagar conocimiento** para mejorar el desempeño productivo mediante el uso de tecnologías, capacitación y asistencia técnica. Adicional a la transferencia de tecnologías, se enfatizan la facilitación de organización de agricultores para lograr una mejor posición competitiva (Aguilar Ávila, 2004).

Extensión es “el proceso por el cual el extensionista y el productor rural, junto con su familia, interactúan sobre un objeto de conocimiento, tendiente a lograr el desarrollo integral de las personas y su participación activa, autónoma y solidaria en procesos organizativos que contribuyan a la transformación y desarrollo de la sociedad” (Barrientos & Ryan, 2005). En esta definición la extensión pretende el desarrollo integral de los sujetos participantes, donde la esencia del proceso educativo es el desarrollo de la personalidad humana, por lo que el proceso de extensión rural es de carácter educativo, lo que implica la complementación mutua entre la educación y la comunicación, dado que la educación requiere de la comunicación para concretarse y una comunicación adecuada requiere de un proceso educativo que permita el desarrollo de la capacidad de comunicarse.

Por su parte, la SAGARPA asume el extensionismo como proceso educativo, prestado por personal de las instituciones de educación e investigación (RO,2013), que facilita el acceso al conocimiento, la información y la tecnología para el desarrollo económico y social, de las familias rurales, a través de servicios

de asistencia técnica, intercambio de tecnología, desarrollo de capacidades y capacitación” (RO, 2014).

De acuerdo a lo anterior y en opinión personal, las definiciones colocan al productor como sujeto pasivo en el proceso de extensión, pues no consideran el amplio conjunto de conocimientos producto de la experiencia y autoaprendizaje del propio productor.

Para fines de la investigación usaremos la siguiente definición: el extensionismo es un **proceso de facilitación**, que parte de identificación de las necesidades tecnológicas, habilidades y conocimientos, con el objetivo de desarrollar capacidades en los productores para mejorar su desempeño productivo y calidad de vida. Se apoya en estrategias diversas como asistencia técnica, capacitación, organización, parcelas demostrativas, entre otros. El rol del extensionista consiste en ser facilitador en la cadena de gestión de conocimiento en el territorio para atender la problemática de la cadena productiva.

4.4.2 ¿Extensión o comunicación?

En el proceso de extensión, existe otra corriente de pensamiento, sustentada por Paulo Freire, donde el conocimiento exige una presencia curiosa del sujeto frente al mundo y su acción transformadora sobre la realidad, siendo tareas de sujetos y no de objetos. En el aprendizaje, solo aprende aquel que se apropia de lo aprendido, aplicándolo a situaciones existenciales concretas. En esta situación, quien es llenado de contenidos que contradicen su propia forma de ver su mundo, sin ser desafiado, no aprende. De acuerdo con Freire (1984), el quehacer del agrónomo, es el de un educador que se compromete e inserta con los campesinos en la transformación. En el modelo de extensionismo de enfoque territorial actual, el rol del extensionista se asume como facilitador de los procesos de innovación, por tanto, no puede ser de educador.

La teoría del conocimiento de acuerdo con lo descrito por Freire, se basa en **la relación comunicativa entre sujetos**, y no entre objetos. La comunicación

implica una reciprocidad (receptor-emisor), que no puede romperse. Para que el acto comunicativo sea eficiente, es indispensable que los sujetos comunicantes estén de acuerdo. Esto es, la expresión verbal de uno de los sujetos, tiene que ser percibida por el otro sujeto. Si no hay acuerdo en torno a signos, como expresiones del objeto significado, no puede haber comprensión entre los sujetos, lo que imposibilita la comunicación y por tanto el aprendizaje. En otras palabras, en un proceso de comunicación efectivo los sujetos que participan del diálogo comparten significados y significantes.

Acorde a lo anterior, en la comunicación con los campesinos, el uso del lenguaje técnico puede no ser comprendido por ellos dado el contexto del diálogo y vocabulario usado (significante/significado). De este modo, la charla se considera como un método poco eficiente para comunicar conocimientos. Por lo tanto, el quehacer educativo no es un acto de transmisión sistemática o extensión de saberes, más bien es un proceso de apropiación e introspección de los conocimientos comunicados. La educación limitada a disertar, narrar o hablar de algo en lugar de desafiar la reflexión cognoscitiva de los educandos se queda en la periferia de los problemas. Esto significa que los conocimientos deben apropiarse o interiorizarse por el productor, para que puedan aplicarse a la solución de los problemas cotidianos en los sistemas productivos. No es suficiente comunicar saberes, también es necesario ponerlos en práctica en situaciones concretas.

En el caso del agrónomo, es indispensable la percepción crítica de cómo los campesinos perciben su realidad, porque no siempre lo que es problema real para nosotros, lo es para el campesino y viceversa. Muchas veces los campesinos poseen conocimientos empíricos valiosos sobre principios de las técnicas agrícolas, por lo que deben ser considerados como base de tema generador para la interpretación problematizadora de la realidad. De este modo, la asistencia técnica solo es válida, en la medida que su programa parte del “tema generador” del pueblo y va más allá del entrenamiento técnico (Freire, 1984). Además, la extensión de los contenidos técnicos debe constituirse como proceso

y objeto de reflexión de los campesinos para descubrir el conjunto de relaciones donde se ubica su capacitación.

En resumen, el trabajo del agrónomo es equivocadamente llamado extensionista, para ser una acción educadora de comunicación, para llegar al hombre como ser concreto insertado en una realidad histórica. En donde la falta de resultados se debe a la visión ingenua de la realidad, siendo lo más común un claro sentido de dominación y superioridad con el que el técnico enfrenta a los campesinos. En este enfoque se habla de una educación “bancaria”, donde el productor es sujeto pasivo y objeto de transmisión de conocimientos.

4.4.3 La educación y la comunicación

La educación, se entiende como una “práctica social necesaria e intencional; como una intervención consciente de los hombres en el aprendizaje de otros hombres; por lo tanto, educar es una actividad dirigida a transformar las circunstancias a través de la transformación de los sujetos” (Barrientos y Ryan, 2011). La educación es un proceso, porque es una serie continua y progresiva de aconteceres, de fenómenos y de estadios, cuyos componentes interaccionan, se influyen los unos a los otros. “La comunicación es la base de todo proceso educativo” (Barrientos & Ryan, 2011), dado que la interacción entre los sujetos que participan en el proceso educativo se basa en la comunicación entre ellos, por lo que es indispensable la complementación mutua entre educación y la comunicación para concretarse. En la comunicación adecuada interviene un proceso educativo que permite el desarrollo de la capacidad de comunicarse.

Barrientos (2002), considera como características de la comunicación participativa: el diálogo, el intercambio, la voluntad de compartir experiencias y conocimientos y la búsqueda común. En el proceso de aprendizaje, a dichas características se suman los valores y actitudes, preferencias y gustos, vocabularios, signos y significados y medios de comunicación preferidos y habilidades para usarlos en el encuentro o proceso de comunicación entre dos personas.

4.5 El conocimiento, la tecnología y la innovación

4.5.1 El conocimiento y la tecnología

El conocimiento. Se entiende como el conjunto de información o hechos que una persona adquiere mediante la experiencia, el aprendizaje o la introspección, Con fines prácticos el conocimiento inicia en los sentidos, pasa al entendimiento y termina en la razón (Muñoz Rodríguez, Rendón Medel, Aguilar Ávila, & Altamirano Cárdenas, 2007). Esto significa que para que el conocimiento pueda ser aplicado, este debe ser primeramente apropiado por los individuos.

En las ciencias de la información el conocimiento es una mezcla de experiencia, información de contexto e ideas, para resolver un problema o aprovechar una oportunidad para generar riqueza. Por lo que los cambios orientados a innovar deben basarse en conocimientos y estos a su vez sustentarse en información y datos,

La tecnología. Existen múltiples definiciones, del concepto, se aplica al “uso de técnicas productivas que incorporan conocimientos y métodos científicos en su diseño y desarrollo, y se concreta en la ciencia aplicada “ (Quintanilla, 2017). Para este autor, el desarrollo de sistemas tecnológicos expresados en innovación es una respuesta al comportamiento de la economía, en especial a las leyes del mercado, pues su eficiencia tiene valor económico en la competitividad del mercado.

En el contexto económico, la tecnología es “el conjunto de conocimientos organizados que constituye una fuerza productiva motora del crecimiento”. La tecnología modifica las características del trabajo y la naturaleza y crea nuevas ventajas comparativas que propician la competitividad (Solleiro, Del Valle, & Lina, 2018)”. Esta definición señala que la tecnología, involucra un conjunto de conocimientos organizados para un fin. Las tecnologías tienen cualidad dinámica de renovación para ser competitivas en el mercado, obviamente en su renovación va implico el desarrollo de nuevos conocimientos.

En los mercados mundiales, las tecnologías inciden de forma directa en la agricultura, ya que manifiestan grandes posibilidades de competencia. Los patrones de uso de las tecnologías se reflejan en ventajas competitivas en el mercado; así la dinámica de los cambios tecnológicos muestra tendencia de ser cada vez, más rápidos y más cortos.

Para los propósitos de esta investigación entenderemos como tecnología, al conjunto de conocimientos científicos aplicados al proceso productivo para mejorar la eficiencia de los recursos utilizados en él, por ejemplo en la preparación del suelo, la labranza de conservación permite mejorar las propiedades físico-químico y biológicas del suelo, y con ello reducir los costos económicos y ambientales en el uso de energía; en nutrición balanceada, se aplica las dosis adecuadas y oportunas, lo cual también se traduce en mejora la eficiencia de uso de fertilizantes y con ello reducción de costos y de externalidades negativas al ambiente.

4.5.2 La innovación

Etimológicamente, innovación proviene del latín *innovatio* y significa “acción y efecto de crear algo nuevo”. Sus componentes léxicos son: el prefijo **in** (penetración, estar en), **novus** (nuevo) y el sufijo **ción** (acción y efecto) (Diccionario-grecolatino, 2018). De este modo, innovación es la acción y efecto de introducir algo nuevo en un proceso o actividad, además la actualización incluye mejora de procesos y productos existentes.

La innovación es un concepto de uso cotidiano en empresas, gobiernos, instituciones e individuos; aplica en el ámbito económico, social, organizacional y ambiental, entre otros (Aguilar Gallegos, *et al*, 2017); tiene múltiples significados, entre ellos “Proceso en el que nuevas cosas, ideas o prácticas son creadas o desarrolladas” (Muñoz Rodríguez, Aguilar Ávila, Rendón Medel, & Altamirano Cárdenas, 2007), los autores referidos mencionan que el proceso de innovación representa el estado cognitivo del innovador y su repertorio de conocimiento. De este modo, una innovación es adoptada de múltiples modos

para generar valor o beneficios, dada la naturaleza de apropiación del conocimiento y la interpretación de la realidad de cada individuo.

Para la SAGARPA, innovación es el cambio sustantivo que incluye la introducción de nuevos productos y procesos productivos, la apertura de nuevos mercados, el desarrollo de nuevas fuentes de oferta, y la conformación de nuevas formas de organización, entre otros; (RO-SAGARPA, 2016, 2017 y 2018).

Conforme a lo anterior, innovar significa introducir novedad o cambiar algo en las actividades ordinarias; los cambios se basan en el intercambio y apropiación de conocimientos, el aliciente para innovar es obtener beneficios.

En el contexto de globalización, la innovación es determinante para detonar la competitividad de las economías en los mercados locales y globales. En las actividades agropecuarias, la innovación tiene como fin esencial expresar beneficios multidimensionales (económicos, sociales, ambientales, entre otros) para los productores y otros actores.

Los tipos de innovación. El manual de Oslo, clasifica cuatro tipos de innovaciones:

- *De producto.* Aplica a la introducción de un bien o un servicio, nuevo o significativamente mejorado, en sus características o al uso al que se destina. Las mejoras pueden ser en características técnicas, de componentes y materiales, de informática integrada, o bien de otras características funcionales.
- *De proceso.* Es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o distribución. Implica cambios en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos empleados.
- *De mercadotecnia.* Es el uso de un nuevo método de comercialización, implica cambios significativos del diseño o envasado de producto, tarificación y posicionamiento (nuevos canales de venta) del producto.

- *De organización.* Refiere a cambios en las prácticas y procedimientos de la empresa, lugar de trabajo, relaciones exteriores con empresas y proveedores y aplicación de decisiones estratégicas para mejorar productividad y costos, incluye la actualización en la gestión del conocimiento.

4.5.3 Modelos del proceso de innovación

Para innovar se establece un conjunto de fases o actividades secuenciadas donde los insumos se convierten en productos, o sea una evolución de los mismos, pasando de los modelos lineales, a los interactivos, a los integrados y a los modelos de red (García,, 2012).

Modelos lineales. Surgen a mediados de los sesenta. Se divide en dos fases: la primera “*Technology push*” la tecnología empuja los procesos de innovación y el segundo “*Market Pull*” donde el mercado toma el papel de tirón a través del marketing, en este último las necesidades del mercado son el factor clave para innovar en la producción. (Rothwell, 1994).

Modelos interactivos o mixtos. Surgen a fines de los setenta a mediados de los ochenta, periodo caracterizado por altas tasas de inflación, desempleo y saturación de la demanda, donde las empresas buscan racionalización y control de costos. En esta fase se busca integrar las capacidades tecnológicas a las necesidades del mercado, por tanto, el modelo es secuencial, pero de ajuste retroactivo en cada etapa del proceso de innovación, para optimizar recursos y reducir fallas (García, 2012).

Modelos integrados. Surge a principios de los ochentas, en la tendencia de ubicarse en la esencia del negocio y las tecnologías indispensables, la estrategia global de mercado exige a las empresas alianzas estratégicas para competir enfatizando la velocidad de desarrollo de los nuevos productos.

Modelo en red. Considera que el aprendizaje es un proceso que se distribuye en red dentro y fuera de la empresa. Se apoya en herramientas electrónicas, para mejorar eficiencia y velocidad en el desarrollo de nuevos productos.

El proceso de red aplica tanto en actividades internas, como externas. Se identifica que las empresas innovadoras establecen redes de colaboración e intercambio de información, formando lo que se conoce como “sistemas de innovación”, donde se transmiten, modifican, usan y difunden conocimientos nuevos y tecnologías (García Sánchez, 2012).

En el contexto agropecuario, las redes de innovación integran al conjunto de actores que comparten territorio y un objetivo común, donde el desarrollo del productor es el fin último y medio para lograrlo, mediante el fortalecimiento de sus capacidades y habilidades para los procesos productivos, donde las tecnologías e innovaciones permitan, junto con la productividad, la conservación de recursos naturales y mejorar la calidad de vida.

En base a lo anterior, puede decirse que la estrategia del nuevo extensionismo con enfoque territorial aplicado por la SAGARPA, se ubica en el modelo de red, ya que pretende la gestión territorial de la cadena de gestión del conocimiento, involucrando a los actores que interviene en la cadena productiva.

4.5.4 La difusión y adopción de innovaciones en la agricultura

El planteamiento de difusión de innovaciones permite comprender en términos generales como sucede el proceso de adopción de una innovación. Una **innovación** puede o no ser nueva objetivamente, siempre y cuando se perciba como nueva para quien la adopta, dicha novedad puede manifestarse en conocimientos y decisión/persuasión de adoptar (Rogers, 2003).

La adopción de innovaciones, refiere al “grado de prontitud con la que los individuos adoptan la innovación con respecto a otros integrantes del sistema” (Rogers, 2003). Gráficamente, tiene un comportamiento en forma de campana, Figura 9, de acuerdo a ella se identifican cinco grupos: innovadores, adoptantes tempranos, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados. Como es de esperarse, los individuos innovadores son minoría que se ubican al inicio del

proceso y ellos fungen como punta de lanza para la difusión de las innovaciones en su área de influencia.

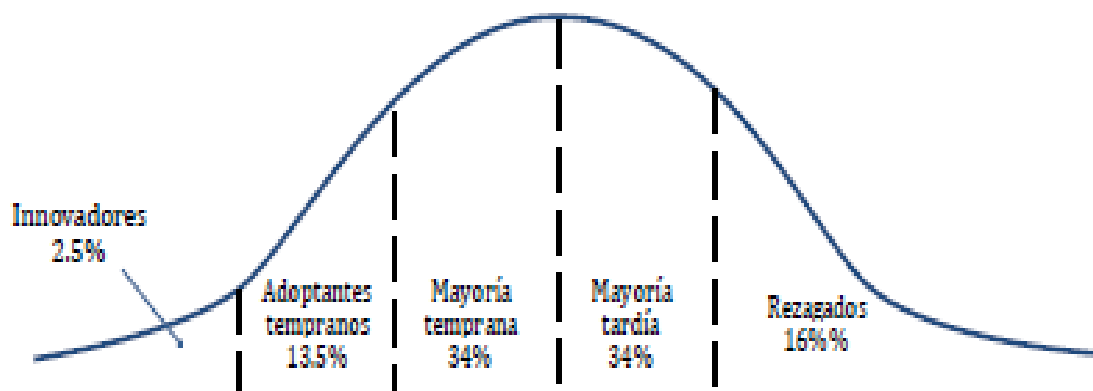


Figura 9. Curva de innovación.

Fuente: Rogers, 2003

Acorde a lo planteado por este autor, es deseable que las innovaciones contengan ventajas relativas sobre las tecnologías que desplaza, que sus resultados sean visibles, que sean compatibles culturalmente, simplicidad en su aplicación y posibilidad de experimentación; cuanto más se cumpla con estos criterios, se tendrá más posibilidades de éxito. Una limitación importante al planteamiento de Rogers, es que no considera la complejidad de factores de contexto en las unidades de producción y del mismo productor, es decir, considera que la adopción es un proceso simplificado y unilateral, donde el productor es un receptor pasivo de la innovación.

Por otra parte, Cervantes (2017), plantea que la eficacia de la transferencia de tecnología es una función de cinco condiciones: la primera es el contenido adecuado, tanto de tecnologías y como en su mensaje a las condiciones específicas del productor y de la unidad productiva; el segundo es la comunicación eficaz, el tercero es el acompañamiento y seguimiento técnico en campo, el cuarto refiere a que la tecnología debe ser cuantitativamente significativa sobre la tecnología que desplaza y el quinto es que existan políticas públicas apropiadas para fomentar su difusión (Cervantes, 2017).

Conforme a lo anterior podemos decir que el proceso de innovación debe integrar tres criterios esenciales; el primero, las cualidades de la propia innovación deben expresar ventajas relativas y tangibles de la tecnología que desplaza, esto incluye la posibilidad de experimentación del productor; segundo, la comunicación apropiada (productor-extensionista-investigador), con la estrategia adecuada de acompañamiento en corto, mediano y largo plazo; y tercero, contar con entorno sociopolítico apropiado.

4.6 Las innovaciones en el cultivo de maíz

En este apartado se revisa bibliografía concerniente a las innovaciones que están presentes en el proceso productivo del maíz en el área de estudio, e incluyen el Manejo Integrado de Plagas (MIP), Labranza de Conservación (LC) y Nutrición del Cultivo (NC), para explorar su inclusión en el índice de innovación.

4.6.1 Manejo integrado de plagas

El desarrollo de la agricultura en México ha modificado la postal agrícola hacia una homogeneidad paisajística donde predomina el monocultivo, principalmente en las tierras planas con disponibilidad de riego, aunque en las últimas décadas cultivos comerciales e industriales, como el aguacate y el agave azul, han invadido tierras de ladera, originalmente de bosque o vegetación de matorral. Esta característica reduce severamente la biodiversidad en los ecosistemas impactando negativamente sobre la regulación de organismos considerados nocivos en la agricultura convencional y en consecuencia se requiera control para eliminar o regular en el mejor de los casos las poblaciones de dichos organismos.

Dentro de los organismos nocivos se incluye a las “hierbas”, arvenses o malezas por considerarlas competencia para los cultivos; además de insectos, organismos meso y microscópicos, así como otros organismos como el caracol, conejos, tuzas, aves, roedores, etc. El conjunto de estos organismos nos ubica en el entramado complejo de la red trófica con la que conviven los cultivos intensivos

en la agricultura, donde el control sistémico de las plagas rompe con los procesos de autorregulación natural de poblaciones o equilibrio ecosistémico.

En estas condiciones el control de plagas agrícolas, se complica y se realiza de forma deficiente, mediante el uso casi exclusivo, de plaguicidas químicos, aplicados la mayoría de las veces, de modo desordenado y sin base técnica de uso razonable, generando con el tiempo problemas colaterales (Arauz, 1997, citado por Bahena, 2008), como la resistencia de los organismos plaga y más importante, los daños a la salud de los trabajadores, la contaminación del ambiente, incremento de los costos y con ello la dependencia a las empresas proveedoras de insumos , así como la exclusión de ciertos mercados, sobre todo los orientados a exportación.

En la actualidad existe una seria preocupación por los daños al ambiente ocasionados por el uso de agroquímicos, como: la resistencia y surgimiento de “nuevas” plagas, incremento de intoxicaciones, daños genotóxicos y cáncer, entre otros; sin embargo, la población demanda alimentos más limpios y sin residuos de plaguicidas (Bejarano, 2002; Bejarano *et al*, 2017). Esta situación hace necesario revalorar algunas experiencias y cambiar paradigmas habituales en medios técnicos y científicos sobre la forma de combatir las plagas mediante tratamientos sistemáticos con plaguicidas (Bahena, 2008). En el enfoque de manejo de plagas los plaguicidas son solo una de las múltiples opciones, donde también puede ser complementario a trampas, variedades resistentes, parasitoides, compuestos orgánicos, repelentes no tóxicos, acolchados, cambios de fechas de siembra, rotaciones de cultivos, entre otros.

La presente sección tiene por objeto revisar los conceptos y bases del funcionamiento del Manejo Integrado de Plagas (MIP) usado en el cultivo de maíz, dado el uso creciente de plaguicidas en su cultivo y sus propiedades tóxicas que se manifiestan como riesgo de salud en la población en general y el deterioro de los recursos naturales, pues existe evidencia suficiente que es insostenible su uso en la agricultura (Bejarano *et al*, 2017).

Definición de conceptos

Control. La Real Academia de la Lengua Española (RALE) define control como sinónimo de intervención, dominio, mando y preponderancia. Por su parte, Bahena (2008) lo define como: “Intervención del hombre para manipular ciertos factores determinantes de la población para mantener una plaga a niveles inocuos. El control puede ser rápido y substancial, aunque por lo general los efectos son cortos y se favorece el resurgimiento de la plaga”.

Así el control es la intervención del hombre para regular las poblaciones de plagas. Para lograrlo se usan por lo general plaguicidas de síntesis química. En la práctica el control se asocia a la eliminación de las poblaciones de organismos plaga (incluidos organismos benéficos), sin distinción si son o no plaga, dada la alta frecuencia del uso de los plaguicidas.

Manejo. Es la acción de gobernar, conducir o dirigir (RALE, 2018). Para el caso de la agricultura, es el resultado de aplicar un conjunto de estrategias para regular las poblaciones de insectos y otros organismos nocivos.

Plaga. Aparición masiva y repentina de seres vivos de la misma especie que causan graves daños a poblaciones animales o vegetales (RALE, 2018). Otra definición señala que estos organismos aparecen de forma súbita y en gran cantidad ocasionando daños económicos en los cultivos.

Por su parte Bahena (2008), menciona que el concepto plaga no existe en la naturaleza, más bien es un concepto económico relacionado con la interacción de los insectos y otros organismos con el hombre, al causarle daño a los cultivos, sus propiedades o animales en una cantidad tal, que resulta inaceptable económicamente.

Plaga se define “como aquel organismo que afecta directa o indirectamente a la especie humana, ya sea que perjudique su salud, su entorno, o que afecte su actividad agrícola, pecuaria y/o forestal, de donde el ser humano obtiene sus alimentos, forrajes, textiles, maderas, productos, subproductos, materias primas,

etc. Las plagas son exclusivas de los ecosistemas modificados por el hombre” (Bahena, 2008).

En base a lo anterior una plaga refiere a los organismos que afectan de forma directa o indirecta a las actividades del ser humano, causando pérdidas económicas al interferir o dañar en las actividades productivas o bien alterando su entorno o salud.

El mismo autor, afirma que uno de los motivos por los que un organismo se convierte en plaga (monocultivos) es la disponibilidad permanente y abundante de alimento, la eliminación de vegetación silvestre “malezas”, pues con ello se elimina también la fuente de alimento y refugio de enemigos naturales de los organismos plaga; y la aplicación de plaguicidas químicos de forma desmedida y sistémica, ocasionando que plagas secundarias se conviertan en verdaderas plagas al eliminar los enemigos naturales

Plaguicida. Cualquier sustancia o mezcla de sustancias que se destina a controlar cualquier plaga, incluidos los vectores que transmiten las enfermedades humanas y de animales, las especies no deseadas que causen perjuicio o que interfieran con la producción agropecuaria y forestal, así como las sustancias defoliantes y las desecantes (DOF,04/02/1984).

El término plaguicida es un concepto genérico que agrupa a un conjunto de sustancias tóxicas usadas para diferentes fines: insecticidas las que controlan los insectos, fungicidas para hongos, herbicidas para plantas indeseables (Bejarano, 2004). Al mismo tiempo, existe una clasificación de acuerdo a su origen, denominándose de síntesis química, a los que por peligrosidad causan daños tanto a la salud como al ambiente (Bejarano González, y otros, 2017).

Acorde a lo anterior, plaguicida aplica a las sustancias tóxicas, pueden ser de síntesis química (referidos como “agrotóxicos”) o biodegradable, llamados genéricamente “orgánicos”, usadas para el control de plagas y malezas en las

actividades agropecuarias, que por su origen o modo de acción pueden causar daños en el ambiente y la salud del hombre.

El uso de los plaguicidas es la actividad más frecuente para el control de organismos no deseados o que causan daños económicos en la agricultura, generalmente sin considerar criterios que complementan la toma de decisiones para el control como la presencia o ausencia de entomofauna benéfica, el muestreo y el uso de umbrales económicos (Hernández, 2016).

Algunas consecuencias del uso de plaguicidas en las actividades agropecuarias

La principal plaga del cultivo de maíz es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), plaga que de no controlarse adecuadamente puede ocasionar la pérdida del 13-60%⁸, de la producción debido al daño ocasionado al follaje y en la formación de inflorescencias.

Algunos indicadores sobre el manejo de esta plaga señalan que, el 75% de su control es mediante insecticidas, y el 90% de ellos, son productos de origen químico-sintético con amplio espectro de acción, afectando a organismos diferentes al que se pretende controlar (Bahena, 2008), ocasionando en el largo plazo una dependencia creciente de insumos, formando la espiral del veneno (Figura 10), donde en cada ciclo agrícola se van generando un conjunto de externalidades negativas: en **el ambiente** al generar mayor contaminación en suelo, agua y aire, y bioacumulación en las cadenas tróficas, aumento del costo económico porque ahora se requieren mayores dosis, aplicaciones y mezclas para controlar las plagas, pérdida de biodiversidad entre ellos organismos benéficos, surgimiento de nuevas plagas (antes secundarias), y obviamente, en la salud de los consumidores y de los trabajadores agrícolas y sus familias.

⁸ <http://www.hortalizas.com/cultivos/maiz-dulce-elote/manejo-agroecologico-del-gusano-cogollero-en-el-maiz/>

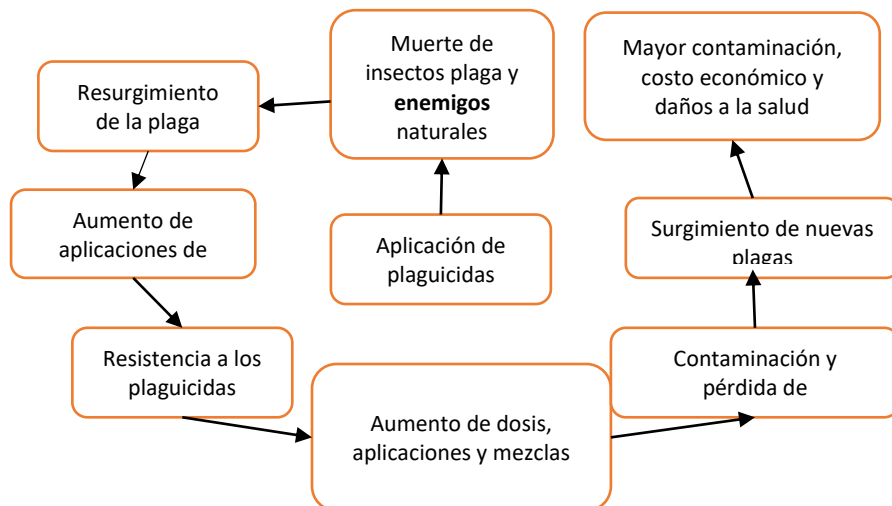


Figura 10 . “La espiral del veneno”
Fuente: Tomado de Bejarano (2002)

Bejarano (2002) y Bahena (2008), señalan una tendencia creciente del uso de insecticidas químicos en las actividades agropecuarias. Algunos factores que influyen en ello son:

- Resultados “visibles y espectaculares” en el corto plazo
- Eficaz para eliminar poblaciones objetivo
- Alta disponibilidad en el mercado
- Bajo costo (relativo)
- Son de fácil manejo y utilización

A estos factores se suman las estrategias de venta de las corporaciones y los agentes de la cadena de suministro, no siempre legítimas (Comunicación personal Chapela, 2018), tácticas que ponen en manos de los agricultores amplia variedad de productos, algunos de los cuales son altamente tóxicos y de uso prohibido en otros países. A esta facilidad de disposición de químicos se suma con frecuencia deficiencias en su manejo y aplicación.

Los resultados negativos del uso inadecuado de plaguicidas son contundentes, tan sólo en Estados Unidos se incrementaron las pérdidas por insectos de 7 a 13%, pese a la aplicación de 10 veces más insecticidas en maíz (Bahena, 2008).

Situación que se explica por mecanismos genéticos de los insectos resistentes, pues heredan a sus descendientes estas capacidades de sobrevivencia al metabolizar los tóxicos que a mismas dosis son letales para otros organismos de la misma especie.

El Manejo Integrado y Manejo Agroecológico de Plagas

A continuación, se esboza brevemente las principales características del Manejo Integrado de Plagas (MIP) y del Manejo Agroecológico de Plagas (MAP).

MIP. Surge como respuesta, de los gobiernos, iniciativa privada y universidades, a los problemas observados por el uso de plaguicidas (fuertes infestaciones de plagas primarias y secundarias y la resistencia a plaguicidas). Prácticamente paralelo a la Revolución Verde surge el **Control Integrado de Plagas**. El concepto que en origen trata los aspectos ecológicos de las poblaciones plagas a controlar, surge a fines de los 50's en el área de entomología agrícola de la Universidad de California; posteriormente en 1967 se modifica a **Manejo Integrado de Plagas** (Bejarano, 2002).

El autor de referencia, identifica que la aplicación y concepción del MIP se ha modificado en el tiempo, ubicando cuatro fases en su evolución:

- 1º. Aplicación de plaguicidas con calendario, sin ver su necesidad.
- 2º. Se incorporan técnicas de muestreo, calibración de equipo y recolección de envases, también se conoce como manejo racional de agroquímicos.
- 3º. Se combina con control cultural y biológico, predominando el químico.
- 4º. Se conoce como MIP biointensivo, se apoya en prevención mediante control cultural, conservación de enemigos naturales y su hábitat, mejoramiento de la calidad biológica del suelo y como último recurso el uso de bioplaguicidas.

El principal cuestionamiento al MIP, es que su ejecución se dirigió a la erradicación de las plagas y no al manejo de las poblaciones. De este modo hay diversos conceptos:

La FAO define MIP como “La cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles de control de plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que desalienten el desarrollo de poblaciones de plagas y mantengan los pesticidas y otras intervenciones a niveles económicamente justificados y reduzcan o minimicen los riesgos a la salud humana y el medio ambiente. El MIP enfatiza en el desarrollo de un cultivo saludable con la menor alteración posible a los ecosistemas agrícolas y fomenta los mecanismos naturales de control de plagas” (FAO, 2018).

El MIP, como su nombre lo indica integra y combina métodos de control y prácticas de manejo como el control biológico, el uso de plantas resistentes, control cultural y control químico selectivo (SAGARPA-CP, s/f).; ello incluye manejo racional de plaguicidas y el criterio de umbral económico para la toma de decisiones en las aplicaciones químicas. El cuestionamiento al MIP es que en la actividad práctica dejó de lado la integración del control cultural y biológico en el manejo de plagas.

En resumen, el MIP, originalmente parte de la integración de los métodos de control cultural, biológico y químico; se apoya en monitoreos de incidencia para la toma de decisiones de control. Pese a que indica integración de opciones de manejo, se ha sesgado a la aplicación casi exclusiva de plaguicidas de síntesis química para el control, dejando de lado el manejo.

Manejo Agroecológico de Plagas (MAP).

Se basa en el tratamiento de las plagas desde el enfoque de sistemas agroecológicos y de poblaciones del que la plaga forma parte, donde existen interacciones complejas entre organismos.

Se sustenta en una restauración de la biodiversidad funcional que reactive el control biológico, el cual se complementa con alternativas ecológicamente compatibles como las asociaciones y rotaciones de cultivo, manejo de arvenses,

prácticas culturales, trampas, uso de semioquímicos⁹, uso de extractos de plantas con propiedades adversas a las plagas, insecticidas biológicos, etc. (Bahena, 2008)

Los organismos plagas, sus enemigos naturales y otros organismos, junto con las plantas cultivadas y no cultivadas forman una comunidad biológica compleja (ecosistema agrícola o agroecosistema); donde unos son productores (plantas) y otros consumidores, incluidos parasitoides, depredadores o patógenos. Cada especie debe manejarse desde el punto de vista poblacional, densidad de la plaga y el daño causado, el conocimiento de ello permite definir los umbrales de acción para selección del método de control apropiado, basado en la relación costo/beneficio.

La elección del método de control en la agricultura debe reunir los criterios de: efectividad, compatibilidad con los productores, factibilidad, economía, efectos duraderos, e impacto ambiental reducido (Bahena, 2008). Aquí no se deberán emplear los insecticidas ya que la gran mayoría por su toxicidad, residualidad y modo de acción no son compatibles con las poblaciones de organismos.

En resumen, la diferencia ente MIP y MAP, se ubica en la visión del manejo aplicado, ya que técnicamente ambos parten de igual estrategia, involucrando un conjunto de acciones que lleva el control cultural, biológico y químico, sin embargo; en la práctica el MIP ha sesgado su aplicación al control químico casi de modo exclusivo, en tanto el MAP, no excluye el uso, pero lo considera como el último recurso, dado que el **éxito** de este control reside en **no llegar al control químico**, dadas las implicaciones que este tiene sobre los equilibrios de organismos diferentes al considerado plaga, Cuadro 6.

⁹ Semioquímico, se deriva del griego “semeon” que significa señal. Semioquímico es un compuesto químico involucrado en la transferencia de información entre organismos, se clasifican en feromonas, comunicación intraespecífica; y en aleloquímicos, comunicación interespecífica: kairomonas y allomonas, **Fuente especificada no válida.**

Cuadro 6.Las principales diferencias entre MIP y MAP

MIP	MAP
Combina las prácticas de manejo como el control biológico, la resistencia de las plantas a la plaga, el control cultural y el control químico selectivo .	Parte de una visión holística del ecosistema, el uso de insecticidas es incompatible con los organismos benéficos.
Extermina insectos, mediante control químico.	Controla poblaciones para que NO causen daño económico. Busca los equilibrios naturales entre una especie fitófaga y otra entomófaga. Un manejo EXITOSO no requiere control químico.
Involucra el manejo racional de plaguicidas apoyado en técnicas de muestreo y monitoreo.	Sustentada en la restauración de la biodiversidad funcional para reactivar el control biológico. Se apoya en muestreo de plagas y organismos benéficos. Es considerado parte de un “manejo diferente” en la agricultura (fertilización orgánica, Labranza de conservación, incorporación de materia orgánica).
Combina las prácticas de manejo como el control biológico, la resistencia de las plantas a la plaga, el control cultural y el control químico selectivo.	Manejo de alternativas como rotaciones, asociaciones, manejo de arvenses, prácticas culturales, trampas, semioquímicos, extractos vegetales adversos a la plaga, insecticidas biológicos.
Es necesario conocer los ciclos vitales de la plaga y sus hábitos alimenticios y etapa donde se produce el daño al cultivo, los enemigos naturales y las etapas de mayor infestación al cultivo. Es esencial el papel del productor como poseedor de conocimientos y conciencia en toma de decisiones sobre el manejo adecuado de las plagas.	

Fuente: Elaboración propia con revisión bibliográfica

Dado que ambas estrategias técnicamente involucran el control cultural y biológico, a continuación, se describen brevemente.

Control biológico. Parte del manejo del equilibrio de la biota animal, fungi , virus y vegetal, con la identificación de la plaga y sus enemigos naturales (Romero T. , 2003). Se basa en la ley de regulación de poblaciones de organismos en la naturaleza, y en este caso está dirigido al control de plagas, también es llamado Control Biológico Aplicado. En la actualidad ha tomado un auge destacado y se define como “el estudio y uso por parte del hombre de parásitos, patógenos y depredadores, para regular la población de una plaga, manteniéndola a niveles inferiores de los observados en su ausencia” (Bahena, 2008).

Los enemigos naturales se clasifican en: parásitos o parasitoides, depredadores y entomopatógenos (bacterias, hongos, virus, nemátodos y protozoarios).

Los parasitoides, son por lo general organismos monófagos, cuyas larvas se desarrollan dentro o fuera de un individuo huésped. Al final del estado larvario causan la muerte formando una pupa en su interior o fuera de él.

Los depredadores, son organismos de vida libre, matan a su presa al consumirla y por lo general son de mayor tamaño que ella. Las larvas requieren varias presas individuales para completar su desarrollo, incluso como adultos depredan grandes cantidades de presas.

Los entomopatógenos, son organismos con capacidad de causar enfermedades en insectos (plaga), pueden ser: hongos, virus, bacterias, nemátodos y protozoarios. Su efectividad se relaciona con temperatura y humedad específicas.

Referente a las estrategias metodológicas para implementar el control biológico se clasifican en tres modalidades: control biológico clásico o de importación, de aumento (inundativo o inoculativo) de poblaciones benéficas y conservación de los enemigos naturales.

El control cultural. e basa en el conocimiento del desarrollo del cultivo y las etapas más susceptibles al ataque de la plaga. Incluye el ataque frontal de la plaga por medios mecánicos. Las acciones más comunes son:

- Rotación de cultivos
- Manejo de densidad y fechas de siembra
- Manejo del riego para control de malezas
- El uso de semilla seleccionada o resistente
- Asociación de cultivos, labranza cero, para aumentar la diversidad biológica y enemigos naturales de las plagas
- Manejo de vegetación adyacente al área de cultivo, como barreras y hábitat de enemigos naturales o cultivos trampas

- Barreras físicas: cubiertas y acolchados para insectos
- Manejo de trampas para insectos plaga: cromáticas, feromonas, entre otras
- Colocación de plantas atrayentes de insectos benéficos (proveedoras de néctar) y refugios para enemigos naturales.

Otras opciones del MAP: Control con insecticidas orgánicos y semioquímicos

Existe variedad de extractos vegetales para eliminar o repeler plagas, como: chile, ajo, higuera, nim, chicalote, entre otros, cuyo proceso de extracción se basa en etanol o aceite vegetal. Su eficacia es variable, por ejemplo: el nim (*Azadirachta indica*) redujo a menos de 8% la infestación de gusano cogollero en plantas muestreadas e incrementó el parasitismo natural a más de 25% (INIFAP, 2012 y Vázquez, 2007).

En lo refiere al uso de feromonas, diversos estudios demuestran su eficacia en el manejo de cogollero (CIMMYT, VII. Número 31, abril-mayo 2016); sin embargo, su aplicación demanda trabajo adicional para adecuado funcionamiento, pues técnicamente se recomienda colocar dos trampas ha^{-1} , la fecha de instalación es junto a la siembra a lo más cercano posible, recambio de la feromona cada 22 días y el apropiado mantenimiento y limpieza de las trampas de modo permanente al menos una vez/semana, conforme funcione la captura de insectos¹⁰.

A modo de discusión. En la revisión de los enfoques del manejo de plagas en la agricultura, la historia ha demostrado la insostenibilidad del uso de plaguicidas como única opción para controlar las plagas. Al revisar los procesos de evolución de las estrategias de control, se reconoce básicamente que casi en paralelo a la Revolución Verde se hace necesario implementar estrategias de “control” de plagas, ya que el alto uso de plaguicidas rompió el equilibrio de los agroecosistemas naturales al implementar paquetes tecnológicos en superficies

¹⁰ Memorias del curso: Manejo Agroecológico de Plagas. Fernando Bahena Juárez. Morelia, Mich. Diciembre de 2017

amplias de monocultivos. Muchos principios del MIP son anteriores al proceso de Revolución Verde (Romero, 2003), pero prácticamente se perdieron en el tiempo, sustituyéndose por un método “efectivo” como el control químico, que muestra resultados contundentes y visibles en corto plazo, pero invisibiliza las consecuencias negativas en la salud y el ambiente.

A lo anterior se suma, que el proceso de cambio tecnológico fue acompañado de una política de gobierno que fomentó el uso de los paquetes tecnológicos de alto uso de insumos para incrementar productividad. En la actualidad se identifica en los diferentes niveles la crisis de la agricultura dado el enfoque productivista del manejo agrícola, condición que exige cambiar paradigmas y virar hacia estrategias de producción diferentes donde se use y revaloren estrategias de manejo integral, o mejor aún con enfoque agroecológico.

Conforme a lo anterior, se puede decir que en la agricultura extensiva se ha sobrevalorado el uso de plaguicidas químicos sobre el resto de estrategias de manejo de plagas. En este contexto, el extensionismo público ha impulsado la innovación del MIP en maíz por lo que es importante indagar y conocer su grado de adopción y sus resultados.

Algunas consideraciones sobre MAP

El MAP se relaciona con la agricultura orgánica y la de traspatio o de poca superficie, dado que implica una diversidad de estrategias y alta demanda de horas de trabajo para su uso en superficies amplias, cualidad por la que no es tan “atractivo” en superficies extensivas, sin embargo, se realizan esfuerzos y tecnologías modernas con enfoque ecológico para adaptar estrategias compatibles a ello. Por otra parte, es de considerar que dicho cuestionamiento puede ser relativo, al hacerlo desde la perspectiva de la agricultura convencional.

Existen resultados de tecnologías más amigables con el ambiente como el manejo orgánico y la permacultura; pese a que también se cuestiona su eficiencia y capacidad de respuesta en superficies extensivas de cultivo, es un hecho que

vale la pena explorar dado el interés creciente por los productos orgánicos a nivel mundial pues, aunque necesariamente no son agroecológicos, si utilizan estrategias similares al MAP.

Las cifras sobre producción orgánica a nivel mundial señalan en el período 2010-2015 un incremento de 341% en la superficie sembrada (esta cantidad representa el 1% de la superficie agrícola mundial). En el periodo referido el mercado se cuadruplicó, pasando de 17.7 a 83.9 millones de dólares estadounidenses (ASERCA, 2018). Para este mercado orgánico, un factor clave de acceso es la innovación con tecnologías que permitan avanzar hacia una agricultura sostenible como el MAP.

Los juicios sobre la agricultura orgánica se ubican en rendimientos y el modo de comercialización y consumo. Sobre los rendimientos bajos de la agricultura orgánica, se conoce que pueden ser muy variables pues dependen de varios factores como genéticos, culturales y ambientales, entre otros; en lo referente a la incapacidad para alimentar al mundo, se hace necesario reparar las debilidades del sistema agroalimentario actual, lo que implica un conjunto de ajustes en la comercialización y cambio en los patrones y contrastes de la alimentación humana (Zamilpa, Schwentesius Rinderman, & Ayala Ortiz, 2016).

4.6.2 Labranza de conservación

En México, varios, señalan un nivel de degradación de las tierras en niveles avanzados, los indicadores de ello son variables al año de referencia y autor, y también por los diferentes métodos de evaluación, reportándose estimaciones de superficie nacional con diversos grados de degradación en el 45.2% en 2002 (SEMARNAT-CP, 2002), del 63.2% en 2013 (CONAFOR-UACH, 2013) y 50.2%

en 2014 (Bollo et al, 2014). Un factor muy importante en la degradación¹¹ son las actividades agropecuarias (FAO, 2010).

La literatura menciona que los cambios en los sistemas de laboreo del suelo en la agricultura afectan de modo negativo ocasionando problemas ambientales, como: erosión, pérdida de materia orgánica, sedimentación, salinización y acidificación, entre otros. En México se estima que el 31.43% de la superficie cultivable tiene erosión de ligera a moderada (FAO-SAGARPA, 2013) y (SEMARNAT, 2014).

Los suelos, por naturaleza son “depósito de carbono cuyo papel es esencial en el ciclo global, influyendo en la concentración atmosférica de los gases con efecto invernadero” (López Garrido, 2010). La agricultura es responsable de las emisiones de CO₂, metano y óxido nitroso a la atmósfera, una parte de los gases de efecto invernadero se genera con uso de maquinaria para la preparación del suelo, al voltear el suelo aumenta el flujo de CO₂ a la atmósfera; adicionalmente, la quema de rastrojos contribuye a la emisión de gases (Lal, 2000).

La pérdida de materia orgánica es clave en el deterioro de los suelos, pues afecta la fertilidad y las propiedades físicas, químicas y biológicas indispensables para realizar sus funciones como sostén de la vida:

La fertilidad física, es dependiente del contenido de materia orgánica, pues interviene en la formación y estabilidad de los agregados por la acción de sustancias húmicas, polisacáridos, células microbianas y micelios de hongos, que influyen en la retención de humedad y circulación de aire y agua.

Por otra parte, el contenido de materia orgánica, fuente de nutrientes, tiene una relación directa con la cantidad, variedad y actividad de la micro, macro y meso fauna edáfica. En los ciclos de nutrientes la acción microbiana es la encargada

¹¹ Es la reducción temporal o permanente de la capacidad productiva de la tierra para los diferentes usos, y con ello, su valor como recurso económico (FAO, 2010). La pérdida de la capacidad productiva puede ser debido a procesos naturales, por la intervención del hombre o por la combinación de ambos.

de que las formas orgánicas pasen a formas minerales, para que a su vez puedan incorporarse a las plantas. La parte aérea y raíces de la planta son fuente de materia orgánica para el suelo, que sustituyen a la que se descompone a lo largo del año. En los sistemas intensivos esta reposición se minimiza al extraer la cosecha y el rastrojo, a esto se suma que parte de la reposición puede perderse por mineralización, ocasionando a largo plazo el empobrecimiento y deterioro del suelo.

La labranza de conservación **(LC)**. Es un sistema de manejo de los suelos, surge como necesidad tecnológica al deterioro de los suelos por el manejo convencional. El objetivo central de la labranza de conservación, es conservar o mejorar la eficiencia de uso en los recursos naturales mediante el manejo del suelo, agua y recursos biológicos disponibles, a los cuales se suman insumos externos (FAO, 2015). De este modo como su nombre lo indica LC, pretende conservar y mejorar la calidad de los recursos naturales donde se aplica.

La LC es cualquier secuencia de labranza que minimice o reduzca la pérdida de suelo y agua, y que al menos se mantenga el 30% de la superficie del suelo cubierta de residuos vegetales (SSSA, citada por Velázquez *et al*, 2011). La LC se basa en tres principios:

1. Reducción de labranza al mínimo, sólo se reconstruyen los surcos cuando es necesario;
2. Retención de residuos o rastrojos de cultivos anteriores (cobertura) que al menos cubran 30 % de la superficie del suelo, para evitar acción de los agentes erosivos (agua y viento);
3. Rotación y diversificación de cultivos rentables para la zona donde se utiliza agricultura.

En este contexto, es importante precisar que la calidad del suelo, refiere a su capacidad para funcionar dentro de los límites del ecosistema, sostener la productividad biológica, mantener la calidad ambiental y promover la salud de las plantas (SSSA, 2011 citada por Velázquez *et al*, 2011). La calidad del suelo se

integra por una parte intrínseca en ser el soporte para el crecimiento de los cultivos y una parte dinámica determinada por el uso o manejo del suelo. Algunas de las funciones del suelo son:

- Capacidad para aceptar, mantener y liberar nutrientes
- Aceptar, mantener y liberar agua a las plantas y recarga de mantos de agua superficiales y profundos
- Promover y mantener el crecimiento de raíces
- Mantener adecuado hábitat del suelo
- Responder al manejo y resistir a la degradación.

Los componentes e indicadores de la calidad del suelo interactúan de modo complejo y recíprocos, los más comunes son: materia orgánica, profundidad de la capa superficial, infiltración, agregación, pH, conductividad eléctrica, biomasa microbiana, nitrógeno, fósforo, potencial de nitrificación y densidad aparente (Velázquez, Bahena, Baéz, & Fregoso, 2011).

Múltiples estudios sobre labranza de conservación demuestran que esta tecnología es sostenible desde el punto de vista energético y agronómico, presenta un conjunto de beneficios favorables que se manifiestan de modo gradual en la calidad del suelo. Los cambios dependen del manejo, tipo de suelo y condiciones climáticas y socioeconómicas de las unidades productivas (Velázquez, Bahena, Baéz, & Fregoso, 2011). En el Cuadro 7, se presenta un comparativo de algunas ventajas de LC con respecto a labranza convencional:

Cuadro 7. Ventajas de Labranza convencional vs de conservación

Labranza convencional	Labranza de conservación
El movimiento del suelo (arado y rastras) favorece la erosión y con ello la degradación física y química	Reduce la pérdida del suelo y agua por el viento y escurrimiento Reduce la erosión por gota de lluvia, aumenta la infiltración, conserva humedad y materia orgánica
Menor población de microflora	Se induce la presencia de altas poblaciones de microorganismos
Reducción del contenido de materia orgánica al retirar cosecha y esquilmos, el suelo queda descubierto con la manipulación mecánica en la preparación de la cama de siembra	Requiere de la incorporación mínima de al menos el 30% de los residuos de cosecha, con ello se favorece la infiltración y retención de humedad
Empobrecimiento del suelo y aumento de la compactación	Se favorece el desarrollo del sistema radical del cultivo, aumenta la porosidad

Fuente: Elaborado con información de Velázquez *et al* (2011)

Los resultados de estudio comparativo realizado por Velázquez *et al* (2011); entre labranza convencional y de conservación en las comunidades de Cuamio y Queréndaro, en el Valle de Morelia-Queréndaro, Mich. Para ello se evaluaron un conjunto de indicadores físicos, químicos, biológicos y económicos. Los ciclos de cultivo analizados iniciaron en PV 2007 a PV 2010,

Cuadro 8. Los resultados comparativos: manejo convencional vs labranza de conservación en calidad del suelo

INDICADOR	CUAMIO		QUERÉNDARO	
	Manejo convencional	Labranza de conservación (LC)	Manejo convencional	Labranza de conservación (LC)
Indicadores físicos				
Cobertura del suelo	Se incrementa 12-14 tonha-1 a 3.5 ciclos de manejo en LC comparado con labranza convencional			
Efecto de la cobertura en la emergencia de plantas	87,171 plantas promedio, ventaja en 2,120 más en LC		Se acostumbran densidades cercanas a 100,000 plantasha-1 , sin diferencia en ambos manejos	
Densidad aparente	1.22	1.13	1.21	1.17
Resistencia a la penetración	La diferencia en la compactación entre ambos sitios fue de 6.5%		La diferencia en la compactación entre ambos sitios fue de 19%	
Indicadores químicos				
pH	6.81	6.51	7.64	7.71
Materia orgánica (%), muestreo OI 2008-2009 y PV 2010 (5)	3.28	3.63	2.71	3.78
Fósforo aprovechable, mg/kg de suelo (6)	36.38	65.98	38.84	46.64
Indicadores biológicos				
Carbono de la biomasa microbiana a 5 cm (mg/kg)	1268 b	1597 a	1780 b	2280 a
Carbono de la biomasa microbiana a 15 cm (mg/kg)	1182a	1396 a	1475 b	1926 a
Nitrógeno de la biomasa microbiana a 5 cm (mg/kg)	54.00 b	84.38 a	69.49 b	86.46 a
Nitrógeno de la biomasa microbiana a 15 cm (mg/kg) (6)	44.50 b	75.84 a	66.76 b	76.17 a
Nitrógeno mineralizable (mg/kg)	40.48	51.88	47.68	49.4
Cuamio (OI 2008-2009) y Queréndaro PV 2010				
Rendimiento promedio PV 2007-2008	11.475	11.645	11.545	11.575

Fuente: Tomado de Velázquez et al, 2011

Estudio realizado por (Puente, 2015), en Queréndaro, Michoacán en el ciclo primavera-verano 2014, en donde se revisaron los indicadores de calidad del

suelo en parcela de siete años con manejo de LC y contrastados con el manejo convencional, Cuadro 9, encontrando los siguientes resultados:

Cuadro 9. Indicadores de calidad de suelo con manejo de Labranza de conservación y manejo convencional

INDICADOR	LABRANZA DE CONSERVACIÓN (LC)	LABRANZA CONVENCIONAL
Cobertura vegetal	99.5% Acumulación de residuos 12 ton en peso húmedo y 9ton en peso seco	Inferior a 43% 1.4ton en peso húmedo y 1 ton peso seco
Resistencia a la penetración (MPa)	Inferior a 1.5 MPa	Superior a 2 MPa
% de humedad del suelo	Entre 17-25%	Entre 11-17%
Densidad aparente (Da)	En ambos manejos van de 2.2-2.5 mg/m ³	
Densidad real (Dr)	Con diferencias significativas en el estrato más profundo	
Estabilidad de agregados	85%	63%
Organismos micro y macro edáficos	613 organismos, en 33 taxas	177 organismos en 27 taxas
Grupo miriápodos e isópodos (desintegradores)	33.7%	2.8%
Abundancia de organismos	3.5 organismos en LC :1organismo en L convencional	
% materia orgánica	8.3% 1er. Estrato (0-10cm)=6.7% 2do. Estrato (10-20cm)=3.6% 3er. Estrato (20-30cm)=2.8%	3.2% 1er. Estrato (0-10cm)=3.4% 2do.Estrato (10-20cm)=2.37% 3er. Estrato (20-30cm)=2.49%

Fuente: Elaborado con información de Puente, 2015

Acorde a lo indicado en los cuadros anteriores, los parámetros de los indicadores de calidad del suelo, mejoran de modo significativo en favor de labranza de conservación sobre el manejo tradicional, manifestándose en: mayor cobertura de residuos y por consecuencia mayor acumulación de materia orgánica, en suelos alcalinos disminución del pH, mejora de la fertilidad con el incremento del contenido de C y N de la biomasa microbiana, que conducen a un aumento del fósforo aprovechable y el N mineralizable.

Análisis económico de los sistemas de labranza de conservación / labranza convencional

Algunas de las ventajas de esta práctica son la reducción de costos de producción por menor consumo de energía, aumento de rentabilidad y rendimientos, Cuadro 10.

Cuadro 10. Indicadores económicos del manejo de suelo en LC y convencional en maíz

INDICADOR	Velázquez et al, 2011	FIRA, 2015, citado por Cervantes, 2017.	Cervantes, 2017
Referencias de investigación	Comparativo de LC y Convencional en las localidades de Cuamio y Queréndaro, Mich.	Realiza estudio comparativo de Labranza convencional y de Conservación, en Villa Diego, Gto., Se analiza en maíz riego de precisión	Evalúa la adopción de LC 2005-2015 en productores de Queréndaro, Mich, atendidos por el Centro de Desarrollo Tecnológico “Villa Diego”, maíz riego
Rendimiento	0.3% sobre manejo convencional,	32.6% superior al manejo convencional	Incremento del 75%, de 6.5 a 11.4 tonha-1 , En tierras: ceniza-salitrosa 11.5 tonha-1 , negra-barrosa 11.3 tonha-1 , colorada-arcillosa 8.5 tonha-1 tierra de cascajo 8.3 tonha-1
Costo	14% inferior al manejo convencional	Reducción del 26% en la aplicación de Nitrógeno sobre manejo tradicional (kg de nitrógeno/ton de maíz) 45% de agua sobre manejo tradicional (m ³ /ton de maíz) Ahorro del 50% en el consumo de Diesel.	Reducción de costos de 65.4% respecto a labranza convencional
Rentabilidad	16% sobre el manejo convencional	Relación beneficio/costo = 2.07	Incremento de 12.3 veces, pasando de \$1,491ha-1 a \$19,757.1ha-1

Fuente: Elaborado con información de los autores de referencia

La labranza de conservación mejora el rendimiento de maíz, aumenta el contenido de materia orgánica del suelo y favorece las condiciones para la proliferación de lombrices en este sistema. La descomposición de los organismos a través del tiempo abate moderadamente el pH del suelo. El incremento de la materia orgánica y la actividad biológica garantizan la productividad y sustentabilidad de este recurso.

En síntesis, los resultados indican que el manejo de los suelos mediante LC, permite garantizar mejoras en la productividad y sustentabilidad del recurso. al mejorar los indicadores de biológicos, y fisicoquímicos.

4.6.3 Nutrición del cultivo

Los fertilizantes, después del agua, son los insumos de mayor impacto en la producción de alimentos del mundo, bajo el sistema de agricultura tradicional, pues en la mayoría de los casos y en especial en cereales su producción es dependiente de la aplicación de ellos (SAGARPA-INIFAP, 2005). En el caso de México se importa la mayoría de los fertilizantes, situación altamente vulnerable para la agricultura nacional, sobre todo ante el incremento de los precios internacionales de estos insumos, además de que su excesivo uso ocasiona deterioro de los recursos naturales, repercutiendo en lo económico al reducir los márgenes de utilidad y lo ambiental al dañar los ecosistemas de manera paulatina.

Para algunos expertos, en la agricultura intensiva y convencional de México, se identifica poca eficiencia en el uso de fertilizantes y se atribuye a la cantidad y forma de aplicación, entre otros aspectos (Peña, Grageda, & Vera, 2001).

Nutrición y fertilización

Nutrición. Del latín *nutrire* que significa alimentar, fortalecer o acrecentar. La nutrición vegetal es el conjunto de procesos mediante los cuales los vegetales toman las sustancias del exterior para sintetizar sus componentes celulares o usarlas como energía, el nutriente es el alimento que será usado para

conservación, crecimiento o desarrollo vegetal, de este modo nutrir es aportar los elementos necesarios en cantidad, calidad y oportunidad acorde a la etapa fenológica del cultivo.

Fertilización. Es el proceso de colocar sustancias al suelo para mejorar su fertilidad, esto significa que la fertilización es una herramienta de la nutrición, por lo tanto, fertilizar no significa nutrir a la planta.

La nutrición vegetal en los sistemas productivos está determinada por las condiciones del suelo, agua, la disponibilidad de nutrientes, las prácticas de manejo adecuadas y la corrección de factores que limitan el desarrollo de la planta. Esto también implica el conocimiento detallado del balance nutricional de cada cultivo, los nutrientes esenciales, sus funciones e interacciones para lograr el balance nutricional adecuado.

Técnicamente, la nutrición en maíz es considerada como la acción que mayor influencia tiene sobre los rendimientos, pues permite a la planta expresar su potencial genético, tolerar las condiciones de estrés en sequías y ataque plagas y enfermedades, entre otros. Adicionalmente realizar una fertilización adecuada en calidad cantidad y oportunidad podrá abonar a una agricultura rentable y sostenible.

Las principales funciones de los nutrientes esenciales en maíz

Para que un nutriente sea considerado como esencial debe cumplir con tres requisitos: primero: las plantas deben ser incapaces de completar el ciclo biológico en ausencia del nutriente; segundo: las funciones del nutriente no son sustituidas por otra molécula, elemento o ion y tercero: el nutriente debe estar directamente involucrado en el metabolismo de plantas.

En la actualidad se reconocen 16-18 elementos esenciales para la nutrición de las plantas (FAO-IFA, 2002 y SAGARPA-INIFAP, 2005). En base a la cantidad requerida por los cultivos, los elementos esenciales se clasifican en:

- Elementos atmosféricos: oxígeno, hidrógeno y carbono
- Elementos mayores o primarios: nitrógeno, fósforo y potasio
- Elementos secundarios: calcio, magnesio y azufre
- Micronutrientes: hierro, manganeso, boro, zinc, cobre, molibdeno, cloro, cobalto y silicio.

Nitrógeno (N). El nitrógeno desempeña un papel fundamental en los mecanismos de síntesis de la materia viva, donde es más que conocido los cuatro elementos primarios de síntesis de vida: Carbono, Hidrógeno, Oxígeno y Nitrógeno (CHON). EL N es el constituyente de los ácidos nucleicos y aminoácidos, estos últimos a su vez forman las proteínas. Además, es un componente de las vitaminas y de los sistemas de energía de la planta. Este elemento es considerado como el motor del crecimiento de la planta (FAO-IFA, 2002).

Al Carbono, Hidrógeno y Oxígeno la planta los absorbe del aire y del agua, en tanto el nitrógeno es tomado principalmente en forma del Anión Nitrato (NO_3^-) y de manera secundaria como Cation Amonio (NH_4^+), provenientes del fertilizante, del suelo y de la mineralización de la materia orgánica, también puede ser absorbido de manera foliar en forma amídica. El N tiene un comportamiento muy dinámico (ciclo del N) en la zona radicular de la planta, presenta pérdidas mediante la volatilización amoniacal, la desnitrificación, la lixiviación y la inmovilización; en tanto las ganancias de N se dan mediante fijación biológica y mineralización de N orgánico (SAGARPA-INIFAP, 2005).

La dosis de fertilización de nitrógeno

En base a la dinámica del N antes descrita, definir la dosis de fertilización adecuada es complejo, pues depende de múltiples variables, incluso muchas de ellas suceden posterior a la toma de decisión. Para estimar la dosis se parte de los requerimientos nutrimentales (es una función de la concentración de materia seca y del rendimiento del grano y de paja del cultivo -el potencial de rendimiento resulta de la genética, el ambiente y el manejo-) por una parte, y por otra la

disponibilidad de N del suelo, y aplicar un factor de eficiencia de uso del N, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Dosis\ de\ N = \frac{Demanda - Suministro}{Eficiencia}$$

La demanda de N, el dato clave para estimar es la extracción unitaria, es decir, la cantidad de N requerido para producir una tonelada de grano, este valor no es fijo, pero en maíz oscila en un rango de 20-29 kg por tonelada de grano. El factor de extracción depende del genotipo, rendimiento, disponibilidad de agua, fecha de siembra, entre otros. Las curvas de acumulación de N-P-K en maíz, durante el desarrollo del cultivo se incrementa de modo significativo a partir de la etapa V6 (6ª.hoja ligulada) y R1(floraación femenina), de ahí la importancia de las fertilizaciones oportunas, para que la planta disponga de los nutrientes en calidad, cantidad y oportunidad. En maíz la limitación de N es una de las causales importantes que limitan el desarrollo y rendimiento.

La eficiencia del N. El valor de la eficiencia indica en qué proporción se debe incrementar la dosis calculada, tomando como referencia la demanda bruta y el suministro del suelo, en este aspecto se estima que varía de 40-80%, y depende de las propiedades físicas del suelo, nivelación, materia orgánica, riego, manejo, precipitación, etc. En los sistemas de manejo con riego por gravedad, con nivelación y fertilización nitrogenada en dos eventos varía de 50-70%, siendo un 60% un parámetro adecuado de eficiencia (SAGARPA-INIFAP, 2005).

La deficiencia de nitrógeno son una de las causas principales que limitan el desarrollo y rendimiento de los cultivos. La disponibilidad de nitrógeno en cantidades y condiciones adecuadas permite el aprovechamiento de otros nutrientes (reacciones sinérgicas: absorción de fósforo, asimilación de Cobre, aumenta disponibilidad de manganeso) y por el contrario el exceso o déficit puede dar lugar a reacciones antagónicas (deficiencias de Zinc, reducción de la disponibilidad de magnesio, reducción de calidad y peso específico de la cosecha, favorece el ataque de plagas y enfermedades).

Fósforo. Este elemento interviene en la mayoría de los procesos vitales, es llamado la “llave de la vida”; se encuentra en todas las células, se concentra en las semillas y los puntos de crecimiento de las plantas, realiza un papel esencial en la transferencia de energía de la planta (FAO-IFA, 2002)

Desde el punto de vista fisiológico el fósforo es componente de ácidos nucleicos y componente del ATP, con funciones en el proceso de absorción activa de nutrientes a través de las raíces y del transporte de iones a través de las membranas celulares. La mayor parte del fósforo absorbido en las plantas se trasloca al fruto, por lo tanto, la cosecha remueve del campo el fósforo absorbido por el cultivo.

El fósforo tiene poca movilidad en el suelo, actúa como “alcancía” donde el elemento puede ser aprovechado por varios años por los cultivos y bien conservarse como reserva; sin embargo, también se lixivia con el agua. Su disponibilidad para la planta es mediante formas solubles la cual viene de un proceso de mineralización de fósforo orgánico del suelo o bien del fosforo asimilable de los fertilizantes. Su disponibilidad depende de las características físico-químicas del suelo, temperatura y humedad.

La residualidad del fósforo en el suelo es de largo plazo, por tanto, si se encuentra en concentraciones superiores a 10 ppm (método *Olsen*) no es necesario aplicarlo en fertilización, más bien dependerá de la tasa de extracción del cultivo y de la disponibilidad inicial de P en el suelo. Para el caso de los cereales la tasa de extracción promedio es de 3.1 ppm/año (SAGARPA-INIFAP, 2005). Este nutriente presenta escasa movilidad en el suelo, por lo cual es importante conocer la cantidad de fósforo disponible y emitir la sugerencia de fertilización adecuada, la cual debe ser antes o en la siembra para que la planta tenga acceso desde etapas tempranas.

Potasio. Algunas de las funciones del potasio son: activación de varias enzimas, eficiencia del agua en la planta (tolerancia a sequías, heladas y salinidad,

transpiración), relaciones energéticas, absorción de nitrógeno y síntesis de proteínas, resistencia a enfermedades.

Calcio. Es primordial en la estabilidad de la pared celular y el crecimiento de raíz y tallo; ayuda a reducir la acidez del suelo, amortigua el efecto negativo del aluminio y el manganeso. Su disponibilidad depende el pH, textura, precipitación (altamente propenso a lixiviación), entre otros.

Magnesio. Elemento esencial de la clorofila y activación enzimática: biosíntesis de clorofila, fotosíntesis, síntesis de proteínas, ATP y ATPasas. Los niveles críticos de Mg en el suelo son por debajo de 60mg/kg.

Azufre. Compuesto estructural de compuestos orgánicos, algunos sintetizados exclusivamente por plantas como cisteína, cistina y metionina, necesarios para sintetizar proteínas indispensables para el reino animal.

Hierro. Elemento necesario para la síntesis de clorofila, fotosíntesis y respiración. Catalizador en la división celular y procesos de crecimiento y activador enzimático.

Zinc. Esencial en la síntesis de proteínas, formación de almidones, maduración y producción de semilla, precursor de auxinas y esencial en la formación de hormonas del ácido indolacético. Su concentración crítica es menor a 0.9 ppm. Su disponibilidad se asocia al pH del suelo, a menor de 6 y también en pH alcalino se presentan problemas, aunque esté presente no es disponible.

La recomendación de corrección de deficiencia es en etapas tempranas para no mermar los rendimientos.

Manganeso, participa en síntesis de proteínas y asimilación de nitratos, además participa en germinación y madurez fisiológica del grano.

Boro. Participa en la síntesis de hormonas y regulación de auxinas. transporte de carbohidratos, desarrollo apical del tallo y raíz, polinización y amarre del fruto. En el maíz, es especialmente sensible a la deficiencia en sequía y altas

temperaturas. La mayor disponibilidad es en suelos con pH 5.5-7.5, reduciéndose encima o debajo del rango.

El desarrollo fenológico y la demanda de nutrientes

Comprender la dinámica del desarrollo del cultivo es importante para identificar las etapas críticas de crecimiento, donde se requiere de una nutrición balanceada para potenciar el desarrollo; de ello depende la eficiencia del aprovechamiento de los nutrientes adicionados vía fertilizaciones y con ello la maximización productiva expresada en los indicadores de rentabilidad y cuidado del ambiente.

Las fases de desarrollo del cultivo se clasifican en vegetativa y reproductiva, Figura 11, conforme a ello los requerimientos nutricionales se disparan en la etapa V₆ y VT, en el primer caso coincide con la elongación del tallo, y en el segundo sucede al hacerse visible la última rama de la panícula, por lo que la aportación de nutrientes será requerida para el llenado del grano.

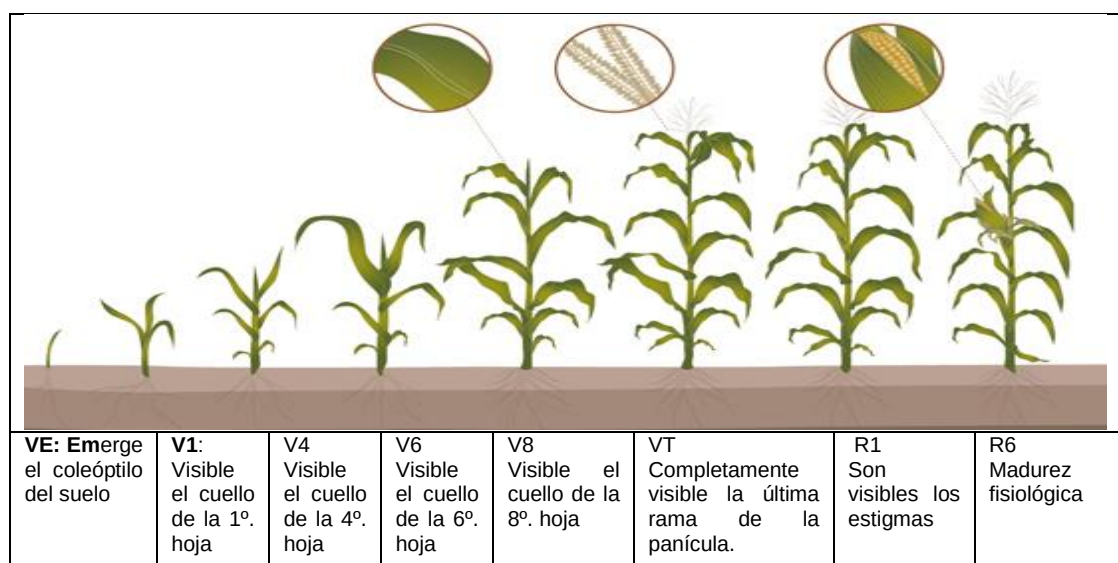


Figura 11. Las etapas de crecimiento en maíz

FUENTE: Tomado de http://www.sgm.com/portals/0/img/tablas_cultivo/sininfo/programa_foliar-maiz.jpg y <http://maizedoctor.org/es/etapas-de-crecimiento-del-maiz>

La respuesta del maíz a la fertilización puede ser afectada por factores ambientales (humedad, temperatura, precipitación), culturales (incidencia de plagas y enfermedades, malezas, oportunidad, calidad y cantidad de fertilizante

aplicado), las características del suelo y el potencial de rendimiento de la variedad, entre las más importantes.

Por otra parte, el comportamiento de la fertilidad de suelos obedece a un entramado de reacciones fisicoquímicas sinérgicas o antagónicas para los diferentes nutrientes, que pueden potenciar o nulificar su disponibilidad, y son especialmente reguladas por el pH del suelo, entre otros factores, de modo que la eficiencia de la aplicación de fertilizantes también depende de considerar este parámetro.

A modo de discusión. Acorde a lo anterior, el aporte de nutrientes en el cultivo de maíz debe realizarse conforme a un diagnóstico confiable de la calidad del suelo que se dispone, lo ideal es aplicar análisis de suelo y con los resultados diseñar un plan de manejo que pueda corregir las deficiencias nutricionales identificadas y hacer disponibles los nutrientes para mejorar la eficiencia posible.

Los nutrientes del suelo se integran a los ciclos biológicos por la planta en estado mineral, su comportamiento respeta los ciclos biogeoquímicos y el balance de materia y energía en los sistemas productivos. Cuando en los sistemas de manejo, especialmente intensivos, las tasas de extracción rebasan las de reposición, en el largo plazo existirá un deterioro y agotamiento del recurso, expresándose en la pérdida del potencial productivo, característica también llamada degradación de tierras.

La nutrición en maíz es un tema que exige manejo preciso dado el costo económico y ambiental de los fertilizantes aplicados, donde una baja eficiencia de uso de fertilizantes, en especial N, es el principal factor que contribuye al incremento de los gases de efecto invernadero del sector agropecuario; además de su contribución al deterioro del suelo y agua.

4.7 ¿Cuáles impactos?

La productividad. Existe diversidad de definiciones del concepto, en el área de la economía Karl Marx define el concepto como "... el grado social de

productividad del trabajo se expresa en el volumen de la magnitud relativa de los medios de producción que un obrero, durante un tiempo dado y con la misma tensión de la fuerza de trabajo, transforma en producto... “ (Marx, 1946, vigésima reimpresión 1985).

En general el concepto define la relación que existe entre los recursos utilizados y productos obtenidos en una economía o unidad de producción, es decir es un indicador sobre la forma en que se usan los recursos de en la producción de bienes y servicios.

La productividad en las actividades agropecuarias se asocia a un conjunto de factores involucrados directamente en la producción: tierra, trabajo, capital, combustibles, conocimientos, como los recursos externos a la unidad productiva: normas y leyes gubernamentales.

Existen dos formas de medición de la productividad: medición parcial, relaciona la producción con un insumo (trabajo o capital) y la medición multifactorial, es la relación de la producción con el índice ponderado de los diferentes insumos utilizados. De acuerdo con ello, la productividad puede expresarse acorde a la variable de interés involucrada en el proceso productivo, por ejemplo, podemos expresarla en: kg/jornal, kg/peso invertido, kg/hectárea, entre los más comunes.

De este modo, la productividad total de los factores es una medida simultánea de la eficiencia en el uso conjunto de los recursos empleados en la producción (Martínez).

La rentabilidad. El término de rentabilidad se ha modificado en el tiempo y ha sido utilizado de diferentes maneras. Se considera como uno de los indicadores más importantes que expresan el éxito o efectividad del manejo o administración de una empresa. Es la relación que existe ente la utilidad y la inversión necesaria para lograrla, mide la efectividad de la gerencia de una empresa; es decir, demuestra las utilidades obtenidas y el uso de las inversiones para ello. En general la rentabilidad aplica a toda acción económica en la que se movilizan los

medios, materiales humanos y financieros para obtener los resultados esperados.

En la economía se denomina rentabilidad a la medida del rendimiento que en un determinado periodo producen los capitales utilizados en el mismo. Para ello se supone la comparación entre la renta generada y los medios usados para obtenerla, con ello se permite la elección entre alternativas juzgadas por la eficiencia de las acciones realizadas (Zamora, 2008).

La esencia de la actividad económica es la satisfacción de las necesidades de consumo. Para ubicar el contexto del análisis económico y financiero de los proyectos agrícolas, es necesario considerar a la unidad familiar como una empresa agrícola, de este modo “el conjunto de inversiones donde se destinan recursos financieros para crear bienes de capital que producen beneficios durante un periodo prolongado” integra un proyecto agrícola (Gittinger, 1982).

En este caso las actividades de extensión e investigación pueden ajustarse al formato de proyecto para su evaluación dada la facilidad para su adaptación, sin embargo, es muy complicado valorar la totalidad de beneficios derivados de estos proyectos. A esto se suma la cualidad de que los proyectos suceden en un ambiente técnico en permanente proceso de cambio, por lo que los resultados deben interpretarse con reserva; sin embargo, pese a ello es evidente que en las actividades agropecuarias se obtienen tanto beneficios financieros (estrictamente expresado en dinero) como económicos para la unidad de producción familiar y sociedad en su conjunto. Por su parte, “los beneficios económicos integra todos los bienes y recursos aplicados a la producción y los beneficios que se obtienen de ello, aclarado que no todos son dinero ni se pueden medir con ese parámetro”¹².

En la elaboración y análisis de proyectos se considera un conjunto de seis características que en su totalidad determinan la remuneración de la inversión

¹² Comunicación verbal con el Dr. Gonzalo Chapela y Mendoza

realizada, estas son: técnico, institucional-orgánico-administrativo, social, comercial, financiero y económico.

Aspectos financieros. El objetivo principal del análisis es calificar el monto de recursos que dispondrá la unidad de producción familiar del proyecto para sustentarse. Para determinarlo es necesario realizar presupuestos anuales de ingresos y gastos brutos futuros, así como los costos asociados al proceso productivo. De este modo, la metodología permite estimar el rendimiento del capital accionista de cada integrante del proyecto.

Aspectos económicos. Este tema se refiere a la capacidad del proyecto para contribuir al desarrollo de una economía en su conjunto, dado el uso determinado de recursos escasos en su proceso.

Algunas de las características de estos análisis son:

- El análisis financiero y el económico son complementarios, el financiero corresponde a los participantes individuales y el económico a la sociedad en su conjunto.
- El uso de precios de mercado en el análisis financiero, y estos a su vez son los insumos para el análisis económico.
- De acuerdo con lo anterior, para estimar la rentabilidad del cultivo con innovaciones aplicadas al proceso productivo, se deben considerar los aspectos financieros y económicos de las unidades de producción a estudiar, dicho indicador nos puede mostrar la eficiencia del uso y administración de los recursos productivos en la unidad familiar: tierra, capital, mano de obra, infraestructura, entre otros.

Valor de uso y valor de cambio. Las mercancías de acuerdo a la definición de Marx son “un objeto externo o una cosa apta para satisfacer necesidades humanas, de cualquier clase que ellas sean”. Se constituyen por dos elementos: su esencia o utilidad llamada valor de uso y la magnitud del valor denominado valor de cambio.

Valor de uso. Se refiere al valor que tiene los objetos o materiales para satisfacer una necesidad, se relaciona con el contenido material de la mercancía y se concreta en cantidad con el uso o consumo de la mercancía, además constituye el soporte material del valor de cambio (Marx, 1946, vigésima reimpresión 1985). El valor de uso está definido por la satisfacción de las necesidades que proporciona una mercancía debido a sus cualidades, naturaleza o características propias. Un ejemplo de valor de uso en la agricultura, es el valor de un caballo, ya que para un productor representa el trabajo que este realiza para arrastrar el arado. En tanto para una persona de la ciudad representa esparcimiento, pues solo se usará de manera eventual para cabalgar ocasionalmente.

Valor de cambio. Se refiere al valor asignado a una mercancía para su intercambio en el mercado. Dicho valor generalmente se relaciona con la cantidad de trabajo y tiempo para realizarlo.

El valor de cambio es "una relación cuantitativa, es la proporción en que se cambian los valores de uso de una clase por valores de uso de otra". Para que las mercancías puedan ser intercambiadas es necesario reducirlas a la misma magnitud o medida, siendo esta magnitud el trabajo requerido para producirla (Marx, 1946, vigésima reimpresión 1985). El valor de cambio de una mercancía representa la cantidad de trabajo socialmente necesario para su elaboración o producción; es decir, es una representación cuantitativa del trabajo cristalizado en la mercancía (Marx, 1946, vigésima reimpresión 1985).

Acorde a lo anterior, el valor de cambio, refiere a la proporción que tiene la mercancía para ser cambiada por otra, para este intercambio, por lo general, se utiliza como equivalente universal el dinero. Por ejemplo, dos kilogramos de manzanas con precio de \$20/kg, por un kilogramo de aguacates con precio de \$40/kg, o medio kg de pollo cuyo precio es de \$80/kg.

En resumen la diferencia entre valor de uso y valor de cambio es que este último está determinado por el trabajo usado para producirlo, por lo que se expresa en pesos (\$), sin considerar la necesidad a satisfacer, que puede ser

completamente diferente al valor de cambio. En tanto, para la investigación, el valor de uso, representa el conjunto de beneficios que se obtienen de cultivar maíz para la familia: pudiendo ser la disponibilidad de grano para consumo humano y rastrojo para consumo animal, incorporación de los integrantes de la familia al proceso productivo, el uso de los activos que se dispone (tractor e implementos, bodegas, entre otros), el aprendizaje de los hijos en el cultivo y manejo, los usos y costumbres en la alimentación de la familia, entre otros.

El costo de oportunidad. Su definición parte de la consideración que los recursos productivos son escasos, y la mayoría de ellos tiene otros usos alternativos. El costo de oportunidad expresa el ingreso neto generado por el mejor uso alternativo del factor de producción analizado. (Lipsey, 1989)

Entonces el costo de oportunidad es el valor de un recurso en su mejor uso alternativo. Toma trascendencia en el mundo de la escasez, pues la toma de decisiones implica la renuncia al resto de opciones, la mejor opción a la que se renuncia es el costo de oportunidad; es decir representa el ingreso que se deja de percibir por una alternativa cuando se opta por otra.

Para el caso de la agricultura, el costo de oportunidad es variable a cada unidad de producción, pero pongamos como ejemplo que la mejor opción en el ciclo de PV riego es sorgo, del cual se obtiene un rendimiento de 7.5 ton ha^{-1} y un precio de venta de $\$3,500 \text{ ton}^{-1}$, lo que implica un ingreso de $\$26,250 \text{ ha}^{-1}$, en tanto si se opta por sembrar maíz, con rendimiento de 7 ton ha^{-1} y el precio de venta es de $\$3,300/\text{ton}$, los ingresos son de $\$23,100 \text{ ha}^{-1}$. En base a ello, el costo de oportunidad de la elección de siembra de maíz en lugar de sorgo es de $\$3,150 \text{ ha}^{-1}$, esto significa que el productor dejó de percibir $\$3,150 \text{ ha}^{-1}$.

4.8 El paradigma de sustentabilidad y los parámetros

De acuerdo al informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, el desarrollo sustentable es “un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones

de satisfacer sus propias necesidades" (Brundtland, 1987). A esta definición se le cuestiona la ambigüedad de términos además de la definición de las necesidades, la confianza en la tecnología para resolver la diversidad de los impactos negativos en el ambiente y la posibilidad de crecimiento en un espacio que es finito, entre otros.

De ahí se ha derivado la aplicación del concepto de sustentabilidad a la agricultura definiéndose la agricultura sustentable como "aquella que mantiene en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los sistemas naturales (agro ecosistemas) que lo soportan" (Sarandón & Flores, 2014). Esta es una de muchas definiciones planteadas en la agricultura, mismas que dependen de la forma en que se conciba la agricultura, incluyendo sus metas, estrategias y campos de acción (Velten, Leventon, Jager, & Newin, 2015).

El flujo de bienes y servicios se ubica en el sistema agropecuario, que se compone por **capital natural** con recursos: agua, biodiversidad, suelo y energía; y por **un capital sociocultural** que hace factible la producción de bienes y servicios. De este modo, los agroecosistemas proveen tanto servicios tangibles como intangibles, en estos últimos destaca el hábitat para los seres humanos y animales, las funciones ecológicas, la conservación de la biodiversidad, así como el uso múltiple del territorio.

El espacio biofísico, es el reconocimiento de las características propias de cada ecosistema como: el suelo, la biodiversidad, la topografía y la disponibilidad de agua, entre otras; estas características definen capacidad productiva o de carga del ecosistema. De esta forma, para satisfacer las necesidades de generaciones presentes y futuras, la agricultura debe ser suficientemente productiva, económicamente viable y cultural y socialmente aceptable (Sarandón & Flores, 2014).

4.9 La insustentabilidad del modelo de agricultura actual

Para Sarandón 2014, el uso desmedido de insumos externos en la agricultura moderna, ocasiona un conjunto de problemas de alto costo ambiental, pues la fabricación de insumos implica el uso de recursos no renovables como combustibles fósiles y minerales. El uso excesivo de fertilizantes, plaguicidas y variedades de alto potencial productivo conduce a cuestionar la insustentabilidad de la agricultura moderna debido a los impactos económicos, ecológicos y sociales, pues ello implica el uso desmedido de recursos finitos que impactan de forma negativa en los agroecosistemas, la economía y salud de la población.

El desarrollo histórico de la modernización agropecuaria se sitúa en los años 60's, con la implementación de la Revolución Verde para resolver el problema de hambre, después de la Segunda Guerra Mundial, apoyado en los centros internacionales de investigación agrícola como el CIMMYT y las Fundaciones Ford y Rockefeller. De este modo en maíz, arroz y trigo las variedades locales (ecotipos) fueron sustituidos por los de alto potencial de rendimiento. Para expresar este rendimiento ha sido necesario la incorporación progresiva de insumos como fertilizantes, agroquímicos, maquinaria, combustibles y riego, causando con ello un alto costo ambiental. Algunos de los impactos de la aplicación de insumos son los siguientes:

El uso de agroquímicos. Se identifica una tendencia mundial creciente en el uso de plaguicidas, según las estadísticas FAO-STAT (20-dic-2016) México ocupó el tercer lugar en América Latina en 2016, después de Brasil y Argentina.

El mercado mexicano creció en el periodo 2010 a 2014 en 59.2%, de ello, los insecticidas ocuparon el 32.8% y los herbicidas el 26.7% (Bejarano *et al*, 2017).

Por otro lado, Abrasco (2012) citado por Sarandón y Flores (2014), menciona un incremento del 93% del mercado mundial de agrotóxicos y fertilizantes químicos. Si bien el uso de insumos químicos inicia con el proposito de controlar las plagas, su uso escesivo a ocasionado la resistencia de plagas y patógenos, pérdida de

la capacidad productiva de los suelos, como consecuencia de la erosión, degradación, salinización y desertificación; pérdida de nutrientes, lixiviación y baja eficiencia del uso de fertilizantes; contaminación de alimentos, aguas, suelos y personal que los aplica, eutrofización de embalses, disminución de acuíferos, pérdida tanto de biodiversidad como de variabilidad genética y erosión cultural al desplazar las técnicas tradicionales por tecnología moderna. Además de esta nueva tecnología no ha solucionado la pobreza rural, ni tampoco ha sido de aplicación universal para los agricultores.

A lo anterior se suma el uso inapropiado de la tecnologías y el incremento de la toxicidad de los principios activos de los productos utilizados, incluso muchos de ellos, se ubica en la lista de los productos prohibidos por el daño que ocasionan en los ecosistemas agrícolas y a los recursos globales (Bejarano *et al*, 2017). En este grupo se ubican los 12 productos químicos catalogados más peligrosos “docena sucia” por ser contaminantes orgánicos persistentes (POP), dado que además de ser muy tóxicos, pueden acumularse en las cadenas tróficas, ser persistentes en el ambiente y tienen capacidad para desplazarse a distancias muy largas desde su liberación. Esta lista se integra por: Aldrin, Clordano, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptacloro, Hexacloro, “Mirex” y “Toxafeno” (Sarandón & Flores, 2014).

Entre los atributos para la difusión y adopción de los agroquímicos están el bajo costo, su fácil aplicación, así como el desconocimiento y falta de conciencia sobre su impacto tanto en el hombre como en los ecosistemas (comunicación personal, Fernando Bahena, 2017). Por otra parte, el uso de plaguicidas contamina los alimentos agropecuarios poniendo en peligro la salud de los consumidores.

Otra consecuencia del alto uso de agroquímicos es la pérdida de efectividad de los plaguicidas por los que se deben aplicar mayores dosis y nuevos productos para controlar, con lo cual también se eliminan los depredadores naturales, y se fomenta la resistencia de las plagas, adicionalmente se tiene un efecto negativo en la microfauna y microflora del suelo que actúa en los procesos de descomposición y reciclaje de nutrientes.

Disminución de la fertilidad de los suelos. Se debe a procesos de degradación que aumentan paulatinamente en severidad y nivel de extensión, afectando a un cuarto de la población mundial, se reporta más del 20% de las áreas agrícolas, el 30% de los bosques y 10% de los pastizales. De las tierras degradadas en el mundo, el principal proceso de la degradación es la erosión hídrica con el 56%, seguida por la erosión eólica con el 28% (Sarandón y Flores, 2014).

En México alrededor del 91% del territorio nacional presentaba degradación, de ella el 47.8% en rango de severa a extrema. Los factores causales son: la pérdida de fertilidad con 17.9%, la erosión hídrica y eólica, y la salinización con el 11.8%, 9.5% y 8%, respectivamente, Cuadro 11. En terminos globales se contempla que en el 93% de los casos se debe a mal manejo productivo (SEMARNAT-CP, 2003) y SEMARNAT, 2014).

Las prácticas agrícolas más comunes que contribuyen a la degradación de tierras se presentan en la Figura 12, conforme a ello la falta de atención implica riesgos directos en la productividad agropecuaria.

Cuadro 11. Principales practicas agrícolas causales de degradación de tierras y sus niveles de impacto por proceso

PÉRDIDA DE FERTILIDAD 17.9%	EROSIÓN HÍDRICA 11.8%	EROSIÓN EÓLICA 9.5%	SALINIZACIÓN (8% Riego)
• Monocultivo • Roturación • Quema y extracción de residuos • Pastoreo y sobrepastoreo • Malas prácticas de fertilización • Compactación por pastoreo y maquinaria	• Arado en sentido de la pendiente • Deficiencia de barreras • Bordes de protección insuficientes: ríos y caminos • Reducción de materia orgánica • Pérdida de la cubierta vegetal	• Roturación • Pérdida de cubierta vegetal • Ausencia de barreras • Reducción de materia orgánica por pérdida o extracción de residuos	• Contaminación de acuíferos • Mala nivelación de surcos y melgas • Diseño inadecuado de riego • Cultivos de alto uso de agua

Fuente: Adaptado de SEMARNAT, 2014

Pérdida de materia orgánica y estructura del suelo. El monocultivo de maíz ocasiona una pérdida gradual de carbono edáfico ya que la cantidad y calidad de rastrojo incorporado no compensa las pérdidas ocasionadas por mineralización

de materia orgánica, ocasionando un aumento de la densidad aparente del agregados del suelo, lo que a su vez limita el crecimiento de raíces, repercutiendo también en el deterioro de la estructura de suelo. Esta última también es favorecida por el uso excesivo e inadecuado de maquinaria agrícola.

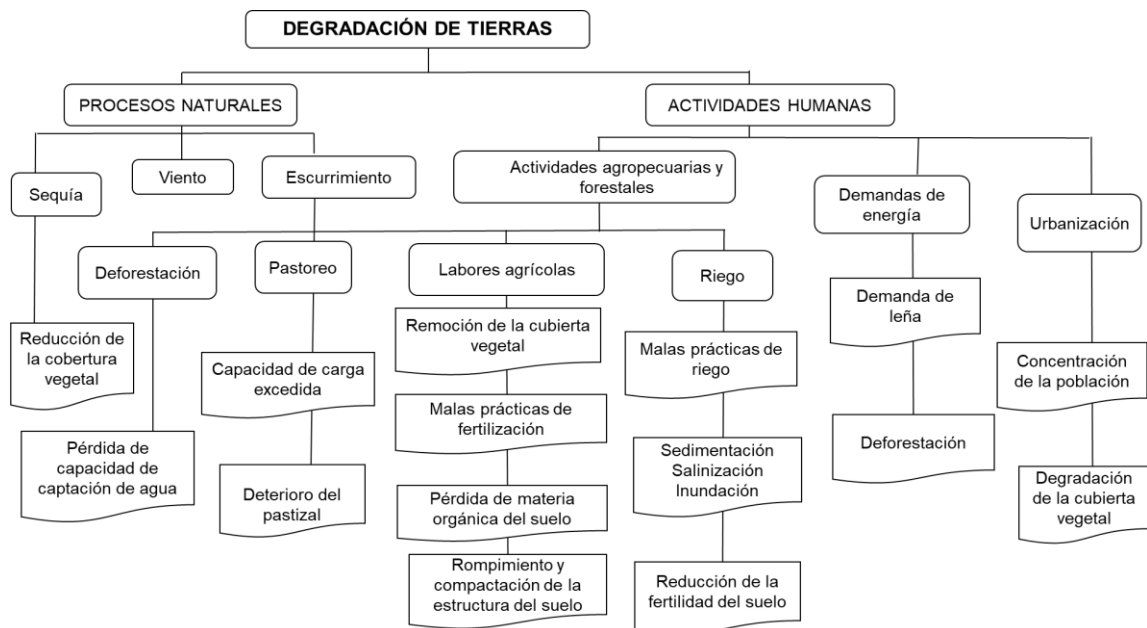


Figura 12. Los factores de la degradación de tierras en México
Fuente: Modificado de FAO, 2013

El deterioro de la estructura del suelo repercute en la reducción de la capacidad de infiltración de agua y de aireación, por lo que es necesario aumentar las labores para mantener en condiciones productivas el suelo, disminuyendo con ello la fertilidad y en consecuencia conduciendo a la necesidad de aplicación de mayores dosis de fertilizantes para compensar, formando así un círculo vicioso degradación-fertilización-degradación (Sarandón & Flores, 2014).

Deterioro de los cuerpos de aguas superficiales y subterráneas. Después del suelo, el agua es el recurso más importante para la agricultura. Aun cuando el agua cubre 2/3 de la superficie del mundo, el problema se ubica en la disponibilidad y calidad (menos del 2% es agua dulce), siendo una fuerte limitante para la productividad agrícola a nivel mundial.

Los principales causantes de contaminación en la agricultura son los fertilizantes y plaguicidas, los cuales mediante el riego y la lluvia contaminan las aguas superficiales y subterráneas, al aire y al suelo. La escorrentía de las zonas agropecuarias y de las ciudades son la mayor fuente de fósforo y nitrógeno que entra a ríos y lagos.

Los fosfatos (PO^{4-}). Los fertilizantes fosforados se obtienen del procesamiento de roca fosfórica, cuya composición se asocia a Zn, As, Cd y Pb (Andrade, Fernández Covelo, & Alonso Vega, 2005), mismos que al ser arrastrados a los cuerpos de agua pueden ser tóxicos para los organismos de los ecosistemas locales, en especial el Zn, al asociarse a otros elementos como Arsénico o Cianuro forma compuestos altamente tóxicos que pueden ser letales. Otra fuente de fosfatos en el agua es el uso de detergentes de las zonas urbanas los cuales son arrastrados en las aguas residuales.

Los fosfatos se asocian como nutrientes en el crecimiento desmedido de algas, lo cual afecta la disponibilidad de oxígeno, ocasionando muerte de especies, pues el crecimiento de materia orgánica viva implica mayor tasa de descomposición de la materia orgánica y con ello la eutrofización del ecosistema ((Bolaños Alfaro, Cordero Castro, & Segura Araya, 2017)

Los nitratos (NO^{3-}) y nitritos (NO^{2-}) son compuestos solubles al agua, resultan del proceso de degradación de fertilizantes nitrogenados, los nitritos se convierten a nitratos con facilidad, por lo que, es poco usual se encuentren en aguas subterráneas, dado que ambos componentes se lixivian al suelo por infiltración y flujo de agua, son indicador de contaminación por fertilizantes nitrogenados al suelo y agua.

El exceso de nitratos en el agua potable causa metamoglobinemia. Adicionalmente también aumenta el riesgo de percolación de fertilizantes a los mantos freáticos.

.

herbicidas contribuyen a la contaminación de los cuerpos de agua y suelo. Se estima que menos del 1% de los plaguicidas es absorbido por los organismos objetivo, el resto de los productos pasa a organismos no objetivo y contaminación del suelo, agua y aire (Andrade, et al 2005). Por otra parte, muchos de estos forman parte de los contaminantes orgánicos persistentes (COP's) que por sus características de persistencia son bioacumulables en las cadenas tróficas causando daños a los ecosistemas y a la salud del hombre

Colmatación de embalses por arrastre de sedimentos por deposición de nutrientes. Es una consecuencia de la erosión, tiene efectos ocho veces más importantes que la pérdida de productividad. La turbidez del agua limita la captación de luz de plantas acuáticas y de sus consumidores. Adicionalmente se afecta el uso recreativo, navegable y aumenta los costos de potabilización para consumo humano.

Eutrofización de los cuerpos de agua. Con el enriquecimiento de nutrientes aumenta la proliferación de hongos y plantas acuáticas, con ello también se producen malos olores y algunas toxinas que pueden ocasionar mortandad masiva de peces, aves y mamíferos.

Otra consecuencia es la disminución del nivel de acuíferos, debido a que la velocidad de recarga es inferior a la de extracción ocasionando abatimiento del manto freático.

Disminución de la eficiencia energética. Un recurso indispensable para el manejo y existencia de los ecosistemas es la energía, en los sistemas agrícolas intensivos la productividad de los cultivos aumenta y en paralelo aumenta la energía invertida para lograrlo; por lo cual la eficiencia energética disminuye drásticamente. El modelo capitalista de la producción agrícola, está basado en el uso excesivo de insumos fósiles. Este modelo consiste en utilizar la energía proveniente del petróleo en la producción de alimentos o fibras.

Una de las vías propuestas desde la visión de la agricultura industrial es la producción de agrocombustibles, por ejemplo: el etanol de maíz. No obstante, existen diversos aspectos negativos de esta propuesta como el uso de mayor energía fósil en la producción que el valor calorífico del etanol, incremento de 8 millones de toneladas de CO₂ comparado con la combustión de gasolina; consumo de mayores subsidios al ciclo industrial maíz-etanol (3.8 millones de dólares, 2004) que los aplicados al medio ambiente (1.8 millones de dólares, 2004 en Estados Unidos de América), baja eficiencia en la producción de electricidad, las celdas solares son 100 veces más eficientes que el etanol (Patzek, 2004). Por lo cual el pensar en la agricultura para la producción de energía a través de los agrocombustibles es poco viable desde la visión de la eficiencia energética.

Pérdida de biodiversidad: erosión genética. La biodiversidad es indispensable para el funcionamiento de los agroecosistemas. Algunos efectos negativos para el ambiente, se relaciona al establecimiento de monocultivos en la producción agropecuaria, como la extinción acelerada de especies y con ello el rompimiento del equilibrio y autorregulación de las poblaciones de organismos de manera natural.

La agricultura es de las actividades humanas con mayor impacto negativo sobre la diversidad biológica. Los sistemas agrícolas representan del 50 al 70% de los ecosistemas terrestres en la mayoría de países (Sarandón & Flores, 2014)[. En el monocultivo se modifican los ecosistemas para producir uno o pocos cultivos rentables económicamente, mediante uso desmedido de agroquímicos, donde muchos tienen efectos negativos en la diversidad biológica.

El problema más importante de erosión genética es la destrucción y desplazamiento del agroecosistema, es decir, de la forma de producir, junto con los productores. La promoción y a veces la imposición de semillas que no son manejables es también un factor drástico de erosión genética, especialmente con transgénicos que incluyen “terminator” (Comunicación personal con Gonzalo Chapela, 2018).

La erosión cultural. La agricultura intensiva además de los impactos ecológicos ha ocasionado impacto cultural al destruir los conocimientos acumulados por más de 10,000 años de la relación hombre-naturaleza, pues no se ha reconocido y valorado los conocimientos locales transmitidos de forma oral entre agricultores.

La agricultura sustentable necesita manejo ecológico adecuado de los recursos naturales de los agroecosistemas locales, donde los productores han co evolucionado con el medio y sus prácticas productivas para la conservación de los agroecosistemas (Altieri & Toledo (2010) y Sarandón y Flores (2014).

La preservación de los recursos genéticos de los sistemas productivos es un elemento clave en el panorama de cambio climático, especialmente en maíz. En la conservación de germoplasma se usan dos estrategias de forma complementaria, la conservación *in situ* y *ex situ*. La primera, permite que los procesos evolutivos continúen con el manejo y condiciones ambientales que les han dado origen; en tanto, la conservación *ex situ* mantiene de forma “estática o congelada” la evolución del germoplasma, con la protección contra fenómenos extremos *in situ* (Fernández et al, 2011).

El menosprecio y desconocimiento de las técnicas tradicionales de cultivo y sus bases ecológicas y culturales ocasionó su desplazamiento y sustitución por “tecnología moderna eficiente”, ocasionando una severa pérdida de la diversidad genética *in situ*.

Actualmente se realizan esfuerzos *ex situ* para la conservación de materiales, sin embargo, se reconoce la importancia de la diversidad cultural para el mantenimiento de la diversidad biológica en un panorama desolador del cambio climático.

Exclusión de los agricultores más pobres. El modelo de producción intensivo requiere de capital para la adquisición de insumos, de forma que los productores más pobres han quedado excluidos del modelo producción por la falta de

recursos. Actualmente se reconoce el grave error de no generar tecnologías de bajo costo adecuadas a la diversidad físico-productiva y la escasez de capital.

4.10 Emisión de gases de efecto invernadero por actividades agrícolas

Los gases de efecto invernadero más importantes producidos en las actividades agropecuarias son: dióxido de carbono (CO_2), óxido de nitrógeno (N_2O) y metano (CH_4), su potencial de calentamiento se expresa en unidades equivalentes de CO_2 , así el N_2O y CH_4 tienen un potencial de calentamiento 298 y 25 veces más que el CO_2 , respectivamente (Garzón & Cárdenas, 2013); se estima que el efecto en la atmosfera es de 120 años y entre 9-15 años para las moléculas de N_2O y CH_4 , respectivamente. (Saynes & al, 2016).

En la Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) Visión 10-20-40, se informa que, en México, durante el periodo 2000 a 2010 la tasa de crecimiento anual de gases de efecto invernadero fue de 2.6% pasando de 640 a 748 Mt CO_2 e (ENCC, 2013).

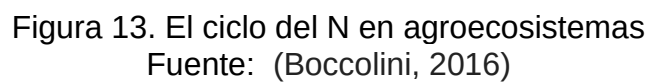
En el país, las actividades agropecuarias son la segunda causa de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) con el 12% de las estimaciones nacionales, en ello el óxido nitroso aporta alrededor del 50% de las emisiones del sector agropecuario (estas cifras varían de acuerdo a la fuente). Dentro de los factores causales el manejo del estiércol y el uso de fertilizantes agrícolas son los más importantes, tanto en términos de su contribución al calentamiento global, como en términos de potencial de mitigación (Saynes & al, 2016).

Respecto a la emisión de óxido nitroso por el uso de fertilizantes nitrogenados en México, (González Estrada & Camacho Amador, 2017), estimaron las aportaciones de N_2O por el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura, durante el periodo 1980 a 2014, de este modo las emisiones de N_2O pasaron de 5,837.127 Gg en el año de 1980 a 7,086.643 Gg de unidades de CO_2 equivalentes en 2014, este incremento es alrededor del 21.4% en el periodo analizado, y es proporcional al incremento del uso de fertilizantes nitrogenados

en la agricultura nacional. En base a esto es muy probable que los informes oficiales estén subestimados en cuanto a la emisión real de N_2O en la agricultura.

El ciclo del Nitrógeno. El proceso de degradación de los fertilizantes nitrogenados (ciclo del N) produce emisiones directas e indirectas al ambiente (Figura 13); las primeras son resultado de procesos microbiológicos: la nitrificación y desnitrificación del nitrógeno, y las segundas, se generan en los procesos de volatilización, mineralización y lixiviación”

Los procesos más relevantes del ciclo del N, inician con la fijación de N atmosférico y la adición de fertilizantes orgánicos y sintéticos al suelo y la descomposición de residuos de cultivos, en ello se incrementan las reservas de N en el suelo. “La mineralización, que refiere a la transformación de N orgánico a N inorgánico para formar amonio mediante la acción de hongos y bacterias (Celaya Michel & Castellanos Villegas, 2011). La inmovilización, donde el N inorgánico es extraído de la solución del suelo por microorganismos para su propio crecimiento al degradar los residuos del cultivo. **La nitrificación** donde el amonio (NH_4^+) es convertido a nitrato (NO_3^-) por bacterias Nitrosomonas y Nitrobacter, siendo esta la forma asimilable por las plantas; la **desnitrificación**, donde la enzima reductasa reduce los óxidos de nitrógeno (NO_3^- y NO_2^-) a óxido nitroso (N_2O), óxido nítrico (NO) y nitrógeno molecular (N_2)” (Verhulst, Francois, Grahmann, Cox, & Govaerts, 2015).



CAPÍTULO V. RESULTADOS

Los resultados encontrados llevan el orden de los objetivos planteados en la investigación, siendo: los esquemas de extensión del territorio, el índice de innovación, sus impactos en los indicadores productivos, económicos y ambientales y los factores que influyen para obtener los resultados.

5.1 Los esquemas de extensionismo en maíz riego del DDR 092 Morelia

En le DDR de 092 se identificaron cuatro esquemas de extensionismo (Figura 14) el oficial, el privado, de las instituciones de investigación y de las instituciones de educación que interactúan en las Unidades Productivas (UP). En dichos esquemas, el actor central es el productor, pues es quién define las prácticas de manejo novedosas (innovaciones) a realizar en el proceso productivo de maíz riego.

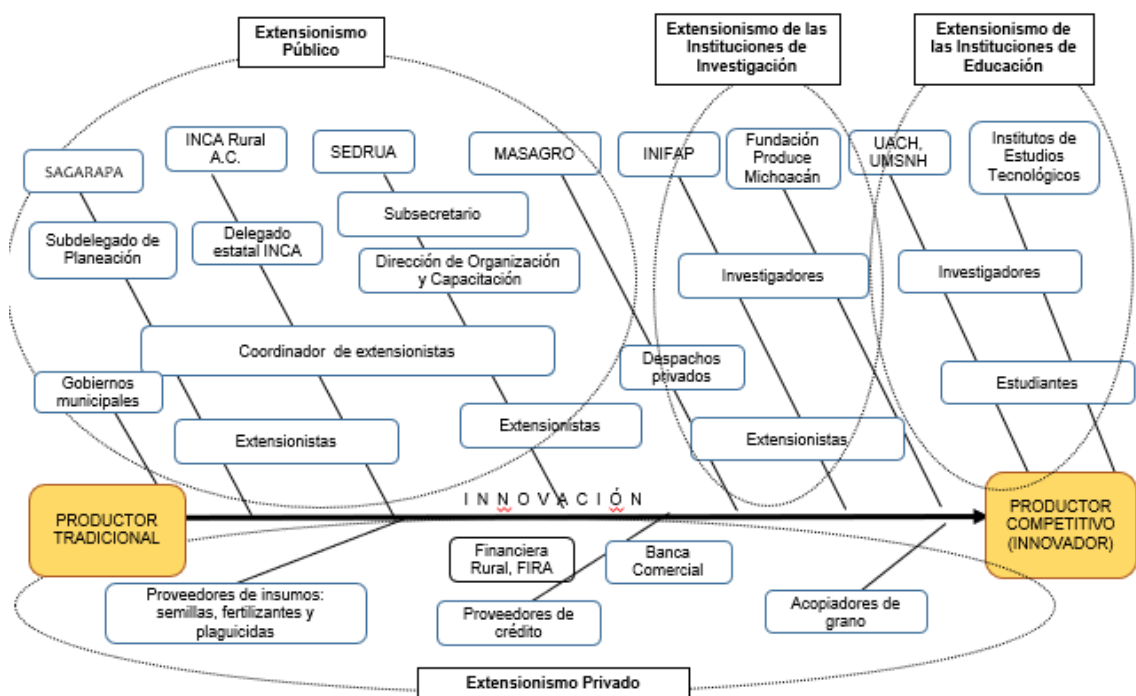


Figura 14. Actores involucrados en el proceso de extensionismo en maíz
Fuente: Adaptado de Pérez et al, 2016 con información de campo

5.1.1 Las características de los productores estudiados

Los atributos más importantes de los productores entrevistados son los siguientes:

Edad y sexo. El promedio de edad es de 56.4 años, con rango de 19 a 91 años; y el 97% de los productores son hombres y solo el 3% mujeres.

Escolaridad. El 81% de los productores tiene educación básica, el 11% media superior, el 4% sin instrucción y el 2% nivel superior.

Composición del núcleo familiar. Se encontró un promedio de integrantes de la unidad familiar de 5.87, con rango de 1-10 integrantes. Por otra parte, en los dependientes económicos, 22 unidades de producción (UP) tienen dependientes mayores de 15 años y 20 UP dependientes menores de 15 años. Las 22 UP restantes solo tiene como dependiente económico a su esposa(o).

Fuente de ingresos. La principal fuente de ingresos es la agricultura en el 88% de los casos, ganadería 61%, remesas 25%, comercio 13%, pensión 3% y el 22% otras actividades; en esta última destacan: albañil, chofer y empleado. En este caso los porcentajes no suman 100% ya que las unidades productivas tienen más de una fuente de ingreso.

Nivel de organización. Se encontró que el 64% de los productores no está integrado a alguna organización formal; solo el 36% se encuentra legalmente constituido.

Tenencia de la tierra. El 81% de los predios son propiedad ejidal, el 9% son rentados, el 8% son propiedad privada y el 2% se siembran a medias o en sociedad.

Experiencia en la producción de maíz. En este tema se encontró amplia experiencia, 72% de los agricultores refieren más de veinte años como productor de maíz, 20% entre 10.1-19.9 años y el 8% son relativamente nuevos productores pues llevan menos de 10 años en la actividad.

Se identifican tres motivaciones para que el productor siembre de maíz: por negocio con 60% de los casos, 52% autoconsumo y el 3% de los productores manifiesta que es por tradición o para no dejar la tierra en descanso.

Superficie cultivada de maíz. La superficie cultivada observada osciló entre 1-5 has en el 41% de los productores, el 47% entre 5.1-20 has y el 12% restante cultiva más de 20 has. Los cultivos principales en ciclo **primavera-verano**: maíz, sorgo, avena y poco frijol y chile; y en ciclo **otoño-inverno** predomina trigo, garbanzo y avena; además de la alfalfa como cultivo perenne.

Fuente de la asistencia técnica. El 42% de los productores no recibe asesoría técnica formal pues confía en su experiencia, se capacita por su cuenta o bien consulta solo para control de plagas, particularmente a la casa de agroquímicos.

El 58% de los productores que sí reciben asesoría, de ellos el 73% lleva más de tres años con orientación técnica formal y el 8% lleva el 1er ciclo, en tanto el 19% lleva (a noviembre de 2017) cinco meses en el mejor de los casos.

De los productores que sí reciben asesoría, el 61% recurre a la casa de agroquímicos; el 45% es mediante extensionista público, adicionalmente el 23% de ellos ha estado relacionado a alguna institución de investigación como INIFAP o Fundación Produce Michoacán. Adicionalmente, se observó poco uso de registros productivos, el 70% de los productores no registra el manejo de sus cultivos, el 30% mencionó que su técnico es quien lleva los registros de campo. El argumento principal para no usarlos es la falta de hábito o costumbre y la falta de tiempo (72%), escribir bien y por edad avanzada (14%), no les ve utilidad o no les gusta (9%) y por ser poca la superficie sembrada (7%).

Percepción de los productores sobre la asistencia técnica En el 92% de los productores manifestó que su técnico lleva plan de trabajo y que no están condicionados para recibir asistencia técnica. En la calidad de la asistencia técnica, el 3% de los productores la califica como mala, el 19% regular y el 78% buena.

Referente a los nuevos conocimientos adquiridos con la asistencia técnica, sobresale el uso de feromonas para controlar gusano cogollero, el uso adecuado de insecticidas y la preparación del suelo con principios de labranza de conservación.

Relativo a la percepción del productor sobre la actividad agrícola más susceptible a pérdidas en el cultivo y en cuales requiere asistencia técnica (Figura 15) coincide en primer lugar el manejo y control de plagas, seguida por fertilización. Por el contrario, en la preparación del suelo la conciben como poco importante para una buena cosecha.

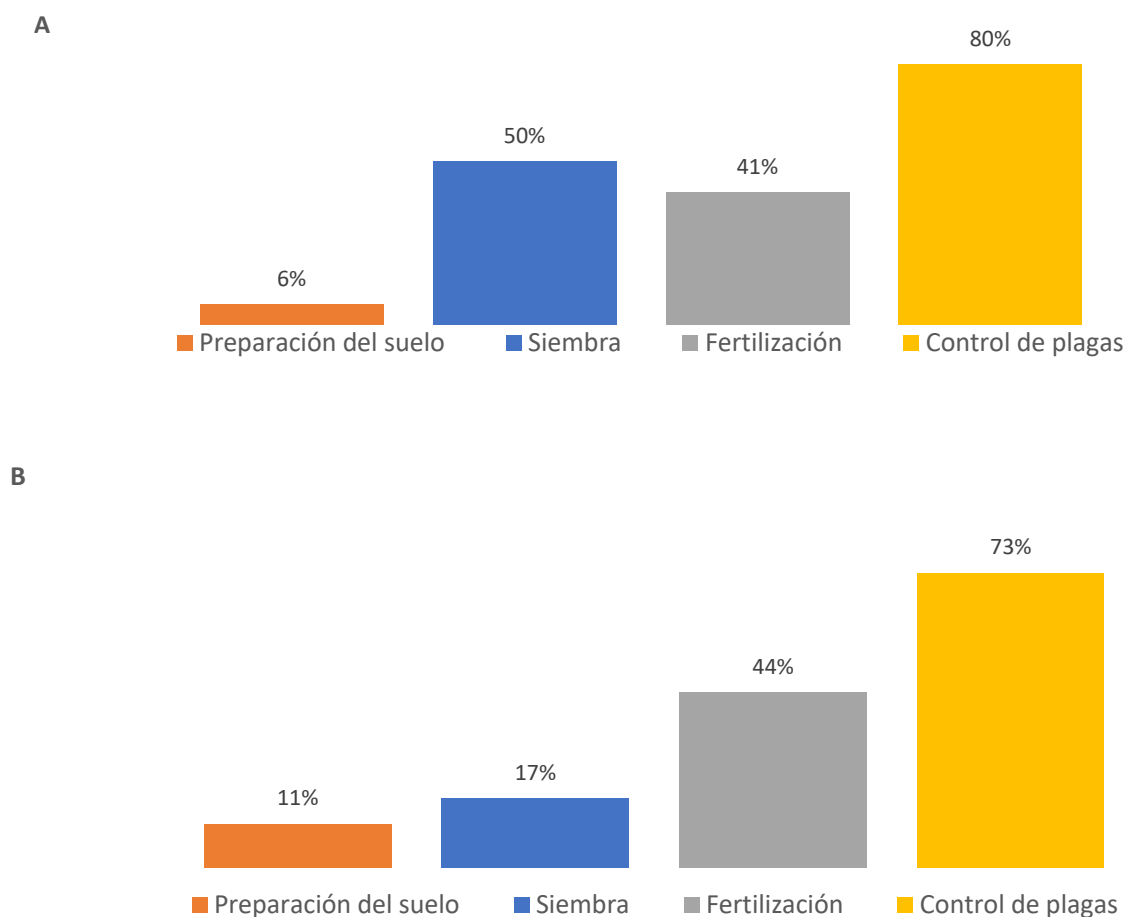


Figura 15. Opinión del productor acerca de A) labores susceptibles y B) requerimiento asistencia técnica en maíz;
Fuente: Elaborado con información de campo

La siembra es considerada como un punto clave, pues al no tener buena nacencia las expectativas de rendimiento declinan, aunque el productor decide la semilla (variedad o marca) a sembrar en función de su experiencia

Sobre la utilidad de la asistencia técnica en el proceso productivo, las respuestas de los productores se organizan en el Cuadro 12, en el destacan acciones en la preparación del suelo, siembra, control de plagas y fertilización, así como en otras consideradas en categoría de transversal.

Cuadro 12. Lista de prácticas incorporadas al proceso productivo con acompañamiento técnico

Preparación del suelo	Siembra	Control de plagas	Fertilización
- Nivelación del suelo	- Uso de semilla mejorada	- Conocimientos del ciclo de vida del gusano cogollero, monitoreo de plagas y uso de trampas con feromonas	- Elaboración de foliares (supermagro)
- No quema	- Aumento de la densidad de siembra	- Bajar dosis y aplicaciones de insecticidas	- Elaborar mezclas para fertilización
- Incorporación de esquilmos	- Selección de la variedad	- Conocer otras opciones para el manejo de plagas	- Reducir las aplicaciones de sales y aumentar el uso de foliares
Beneficios generales: Bajar costos de producción, aumentar rendimientos, demostraciones de tecnologías novedosas, capacitaciones y reducción de dosis en insumos			

Fuente: Elaborado con información de campo

Adopción de innovaciones. En las adaptaciones más importantes para la innovación (Figura 16), se observa para calibración de equipos, fertilización, control de plagas, entre otros. En la siembra: la incorporación del rastrojo al suelo apoyados con la desmenuzadora de rastrojo, la no quema, la calibración de sembradoras y la nivelación con escrepa. Es importante mencionar que el manejo de los suelos es una de las principales limitantes para la adopción de LC, pues implica el uso de maquinaria especializada en nivelación y siembra. En el tema del uso de maquinaria también se observa la calibración de equipos de siembra, desvare, rastra, aspersión y escrepa para nivelación.



Figura 16. Acciones en el proceso de adaptación de las innovaciones
Fuente: Elaborado con información de campo

En fertilización se informan mejoras en ajustes de dosis y aplicaciones oportunas de minerales y la aplicación de supermagro. Para los productores, un avance importante se ubica en el control de plagas, al reducir las aplicaciones de plaguicidas apoyados en monitoreo, uso de feromonas y uso de insecticidas de bajo impacto ambiental.

Relativo al efecto del manejo productivo sobre el deterioro de los recursos naturales, en opinión de productores, el 72% considera que los plaguicidas, 39% que los fertilizantes y 13% que la preparación del suelo para siembra, incluida la quema de residuos de cosecha. Al mismo tiempo al cuestionar su voluntad de cambiar el manejo, el 33% opinó que los plaguicidas, el 8% los fertilizantes y 4% la preparación del suelo.

En lo que respecta al manejo del agua, se observa avances en la tecnificación de riego. Finalmente, un aspecto importante para adoptar es la experimentación de la tecnología en la unidad productiva.

En resumen, las características de los productores en general es amplia experiencia en el cultivo con orientación comercial, nivel educativo básico, edad promedio de 56 años. Amplia diversificación de las actividades productivas, poco grado de organización y tenencia de la tierra ejidal, con menos de 10 has de superficie cultivada en la mayoría de los casos. La rotación más común encontrada, es maíz con trigo en el ciclo OI.

En lo referente a la asesoría técnica, se tiene productores con más de tres años de orientación técnica incompleta en el ciclo, pues la institución contratadora de los servicios de asistencia técnica no cubre la totalidad del ciclo productivo. Existe poco uso de registros productivos y las actividades consideradas más vulnerable, es el manejo de plagas y fertilización; sin embargo, se reconoce como muy importante la preparación del suelo para manejo en labranza de conservación. Se identificó que el agente de extensionismo que mayor influencia ejerce sobre las decisiones de los insumos a aplicar es la casa de agroquímicos, incluso sobre las recomendaciones del extensionista.

5.1.2 Opinión de agentes de extensión del territorio

Los resultados de la opinión de los agentes de extensión entrevistados y productores se concentran en el Cuadro 13, donde se muestra por agente una síntesis de su papel en el extensionismo y la innovación en el cultivo de maíz.

Cuadro 13. Resultados de las encuestas a los agentes de extensión del DDR 092 Morelia en el cultivo de maíz riego (su rol en extensionismo, opinión sobre su área de acción y sobre los procesos de innovación con extensionismo)

OBJETIVO EN EL TERRIOTRIO	OPINIÓN SOBRE SU ÁREA DE ACCIÓN	OPINIÓN SOBRE LA INNOVACIÓN CON EXTENSIONISMO PÚBLICO
PRODUCTOR Actor central de los procesos de innovación, su objetivo es incrementar productividad con los menores costos posibles	Amplia experiencia, arraigo en la forma de producir y su objetivo es la venta del grano	Fuerte influencia de la estrategia de marketing de los proveedores de insumos, resultados visibles en corto plazo
	Naturaleza experimentadora del productor, el aprendizaje implica riesgos, tiempo y dinero. Prefiere un manejo que ya conoce y que da resultados en corto tiempo.	Falta de oportunidad y continuidad del acompañamiento de extensionismo público
	Los productores para adoptar necesitan ver resultados de campo. El apoyo técnico se requiere en la fertilización y el control de plagas.	El aprendizaje y apropiación de los conocimientos asociado al concepto demostrativo de las innovaciones
EXTENSIONISMO PÚBLICO		
EXTENSIONISTA Profesionales pagados con recursos públicos, para transferir innovaciones y mejorar el desempeño productivo. Los lineamientos de ejecución del programa se indican en Reglas de Operación de la SAGARPA	El rol del extensionista consiste en integrar los conocimientos y experiencia personal del productor con nuevas tecnologías para mejorar la productividad	Poco uso del elemento demostrativo de innovaciones. Las metas planteadas en plan de trabajo son factibles en mediano y largo plazo. El programa es bueno cuando es oportuno y cercano al productor
	Funge como facilitador para optimizar los recursos disponibles (económicos y naturales) en el proceso.	Contratos temporales desfasados del ciclo productivo. Debilidad administrativa en procesos de contratación de profesionales
	Usar de estrategias de educación en el proceso de comunicación, es clave la experiencia personal del productor, porque más que insistir que debe hacer, un productor exitoso comunica o comparte de voz propia lo que hace para obtener resultados a otros productores, esa labor convence más que la voz del extensionista.	No se dispone de estrategia de extensión en el estado con metas a mediano y largo plazo Limitado apoyo institucional para el trabajo de campo y capacitación

OBJETIVO	OPINIÓN SOBRE SU ÁREA DE ACCIÓN	OPINIÓN SOBRE LA INNOVACIÓN CON EXTENSIONISMO PÚBLICO
EXTENSIONISMO PRIVADO		
El objetivo de las empresas privadas es vender tecnología para facilitar las actividades productivas agropecuarias Profesionales del sector agropecuario dedicados a comercialización de insumos de vanguardia	Busca mejorar la productividad y con ello los ingresos de la empresa y del productor, con presencia permanente en el mercado.	Los componentes tecnológicos ofertados dan resultados visibles en corto tiempo. Cuentan con esquema de actualización constante en los insumos. Uso del componente demostrativo en quienes venden semillas, donde se aplica paquete tecnológico completo para expresar el potencial productivo. Brinda al productor y aliados comerciales servicio completo en insumos requeridos y respaldo técnico
	Comercialización de tecnologías con respaldo de investigación y resultados visibles.	
	Hay poca cultura del manejo en plagas, generalmente se buscan soluciones rápidas para controlar	
CENTROS DE INVESTIGACIÓN		
Investigación y transferencia de ciencia y tecnología para el desarrollo del sector agropecuario	Falta de articulación en la cadena de transferencia. La ciencia y tecnologías aplicadas se transfieren a los productores que participan en la investigación (pocos) y mediante publicación de artículos científicos	Insuficiente vinculación de la ciencia aplicada a proyectos de desarrollo territorial. Fomentar y fortalecer el trabajo de equipo para potenciar y aplicar los conocimientos y tecnologías ya desarrolladas
	En el caso del maíz existe una ruptura entre los procesos de investigación y la transferencia de las tecnologías, porque no es suficiente realizar las publicaciones en los abstract, es necesario poner en práctica los resultados, es decir llevarlas a quien las va a usar.	Uso de estrategias de educación en el proceso de comunicación, es clave la experiencia personal del productor, porque más que insistir que debe hacer, un productor exitoso comunica o comparte de voz propia lo que hace para obtener resultados a otros productores, esa labor convence más que la voz del extensionista.
	El profesional debe hacer acompañamiento y ajuste adecuado de las innovaciones a las UP para que el productor observe resultados adecuados, de lo contrario se desmotiva la innovación	La meta en corto tiempo debiera orientarse a reducir costos de producción y con ello regular la aplicación de insumos. Existe limitada competitividad autónoma del productor
	Con vinculación temporal al extensionismo mediante proyectos específicos como MASAGRO y Extensionismo del Componente de Extensión del Programa de apoyo a Pequeños Productores	Desconocimiento de las tecnologías y transmisión de conocimientos generacionales. Falta conciencia para uso adecuado de insumos y cuidado de recursos naturales, se ha viciado la búsqueda de soluciones en corto plazo "visibles"

	Necesidad de fortalecer el vínculo productor-investigador para establecer verdadera comunicación o diálogo de saberes empírico-científico, para sinergia con efecto multiplicador. No hay seguimiento a largo plazo de las innovaciones	Económicamente la rentabilidad de los granos es muy baja comparado con otros como el aguacate o las berries y esto puede ser un factor que no invita a la búsqueda de opciones de manejo diferentes a las convencionales, debido a que no se percibe un beneficio económico de hacer cambio en el manejo.
OBJETIVO	OPINIÓN SOBRE SU ÁREA DE ACCIÓN	OPINIÓN SOBRE LA INNOVACIÓN CON EXTENSIONISMO PÚBLICO
	LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN	
Formación de capital humano y desarrollo de ciencia y tecnología para el sector agropecuario	Para las universidades es indispensable la vinculación al sector productivo, buscando el beneficio social en el área de influencia. Actualmente sin vinculación con el extensionismo público	Las áreas de vinculación y servicio social son una forma para transferencia de ciencia a las realidades productivas de la zona de influencia Participación temporal en el extensionismo como CEC's, CEIR, ó Servicio Social Gratificado
	La formación del alumno debe tener una visión práctica de los conocimientos teóricos, sorprende la creatividad del estudiante para solucionar problemas prácticos.	La cultura y desmotivación del productor se esperan bienes tangibles para producir, y se valora poco los conocimientos frente a las opciones tecnológicas de las casas comerciales
	La tecnología desarrollada se transfiere a pocos productores durante la investigación o bien mediante publicación de artículos científicos.	Se requiere desarrollar proyectos estratégicos multidisciplinarios con metas en mediano y largo plazo, e incluir el beneficio social de la investigación como meta de desempeño.
	Es necesario trabajar con productores activos con claridad y necesidad de cambiar el manejo, y sean ellos quienes demanden tecnologías que permita mejorar sus ingresos o beneficios tangibles sean económicos o de cualquier tipo. Por ejemplo, en el extensionismo que se realiza en EU, las universidades funcionan como verdaderos centros generadores de ciencia aplicada, porque el productor exige una propuesta en base a un problema específico.	En el caso del maíz existe una ruptura entre los procesos de investigación y la transferencia de las tecnologías, no es suficiente realizar las publicaciones en los abstract, es necesario poner en práctica los resultados, es decir, llevarlas a quien las va a usar. Buscar como meta de desempeño para el investigador el beneficio social de la investigación.

	La amplia cultura paternalista del productor, es limitante para integrar su disposición para el conocimiento y su trabajo para aplicarlo. Presentan más apertura cuando reciben bienes tangibles.	Su actuar se respalda en la venta de insumos tecnológicos para incrementar productividad, con resultados visibles en el corto plazo, pero negativos en largo plazo para el productor y el ambiente. La dinámica comercial es un criterio muy importante en la recomendación de insumos o tecnologías, se prioriza el resultado efectivo para el cliente sobre otros criterios.
OBJETIVO	OPINIÓN SOBRE SU ÁREA DE ACCIÓN	OPINIÓN SOBRE LA INNOVACIÓN CON EXTENSIONISMO PÚBLICO
FUNCIONARIOS DE DEPENDENCIAS		
Su función es aplicarlos lineamientos de Reglas de Operación (RO) para ejecución del extensionismo, cuya esencia es mejorar la productividad y contribuir al uso sostenible de los recursos naturales	Se reconocen las limitaciones de los procesos administrativos en la ejecución del programa de extensión, y se identifican puntos de mejora: involucrar a instituciones y niveles de gobierno, proceso de seguimiento y contratación de profesionales y la falta de atención integral a las UP	No existe proyecto de extensión de carácter territorial donde se vinculen instituciones y niveles de gobierno para compromisos y metas de desarrollo
	Conocimiento de los bajos índices de innovación con el extensionismo	La estrategia de extensión no permite sostener resultados en largo plazo, independiente de los funcionarios en cargo
	No lleva recursos tangibles para un productor que tiene arraigado el paternalismo del estado, por lo que poco se valoran las capacidades desarrolladas	No se da valor de uso suficiente por el productor a capacidades desarrolladas con extensionismo
		Limitada o inexistente vinculación institucional con las áreas que generan tecnologías e innovaciones

FUENTE: Elaborado con información de campo

5.1.3 Extensionismo oficial o público

El extensionismo oficial, se integra por extensionistas pagados con recursos públicos, y para el caso de este estudio corresponden a los extensionistas del Programa de Apoyo a Pequeños Productores en su componente de extensión y los del Programa de Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro). Los resultados de las entrevistas a extensionistas fueron agrupados en los siguientes aspectos:

Formación profesional (Equipamiento conceptual), técnico y de comunicación. El 40% de los profesionales que ejercen la función de extensionistas cuenta con estudios de maestría y 60% con licenciatura. Adicionalmente el 100% tiene carrera afin al sector agropecuario y certificación de competencias CONOCER EC-0818¹³ (Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales). El rango de edad fluctúa entre 29 y 59 años, con un promedio de 42 años.

Los extensionistas disponen de computadora y servicios de telefonía e internet (100%), vehículo propio (90%) y de instrumentos técnicos para exámenes físicos de suelos como: pHmetro, penetrómetro, prueba rápida de materia orgánica y trampas y redes para captura de insectos (4%).

Por otra parte, en lo referente a capacitación o actualización técnica, se encontró que los de los extensionistas adscritos al Programa de Apoyo a Pequeños Productores reciben actualización técnica limitada, en tanto los incorporados a la estrategia MasAgro reciben actualización permanente (una vez al mes o mínimo tres en el ciclo), en temas como nutrición, MAP y agricultura de conservación.

¹³ EC0818, Contempla las funciones para facilitación de procesos de innovación de mejora competitiva con personas, grupos sociales y organizaciones económicas. Considera cuatro fases en el proceso de innovación: identificación de innovaciones, el diseño de la estrategia de gestión de innovación, la articulación de la implementación de la estrategia de gestión de innovación, hasta la evaluación de resultados/impactos de mejora competitiva.

Métodos de extensión utilizados. Los extensionistas públicos trabajan con grupos de alrededor de 30 productores. En este aspecto, se encontró que el 60% integra grupo por ubicación de las parcelas y afinidad entre los productores, quienes eligen al representante, el 40% cuenta con apoyo del Comisariado ejidal y por interés de los productores y el 20% integra con el criterio de líderes innovadores, cooperantes y visibilidad de las parcelas de trabajo.

En la definición de las innovaciones aplicadas, el 75% es por las necesidades de la UP acorde al diagnóstico de manejo, el 30% retoma los conocimientos y experiencia del productor y el 20% realiza ajustes a cada unidad de producción. En este sentido, el diagnóstico se realiza en el primer mes de contratación de los especialistas que trabajan en el componente de extensión, cualidad que limita el planteamiento del plan de trabajo, pues aun cuando consideran innovaciones importantes en el manejo del suelo y MIP quedan fuera de contexto de aplicación inmediata, siendo este un factor importante en los bajos índices de innovación identificados.

En las estrategias empleadas para el trabajo de campo, se encontró que solo el 20% de los profesionales establece parcelas demostrativas, el 80% establece rutas de recorrido, 50% hace programación semanal de visitas; el 50% establece acuerdos con el representante para convocatorias y reuniones con el grupo de trabajo. El 10% da recetas escritas con recomendaciones técnicas de las visitas a campo.

Continuidad de la asesoría y seguimiento en campo. Se encontró variación e intermitencia en la contratación de extensionistas, periodos de 5 a 10 meses.

En la experiencia de extensionista público se encontró un rango de 2-38 años, con un promedio de 15 años. El 70% de los profesionales tiene como único empleo el extensionismo, y el 30% adicionalmente tiene otra fuente de ingresos. Respecto a las visitas en la UP, el 60% es dos veces/ semana, 20% una vez/semana, 10% cada dos semanas y el 10% visita una vez/semana en la etapa crítica y después cada quince días.

En opinión del extensionista sobre las limitaciones productivas de la región, el 60% refiere los altos costos de producción, 40% la incidencia de plagas y enfermedades, 20% bajo rendimiento y precio del grano y 10% por uso de paquete tecnológico incompleto y fertilización inadecuada. En este caso no suma 100%, porque se contesta que existe más de un problema importante que atender.

Referente a las temáticas de innovación recomendadas por los extensionistas (Figura 17), son la labranza de conservación, fertilidad o nutrición integral, MIP o MAP, uso de insumos orgánicos y manejo del agua

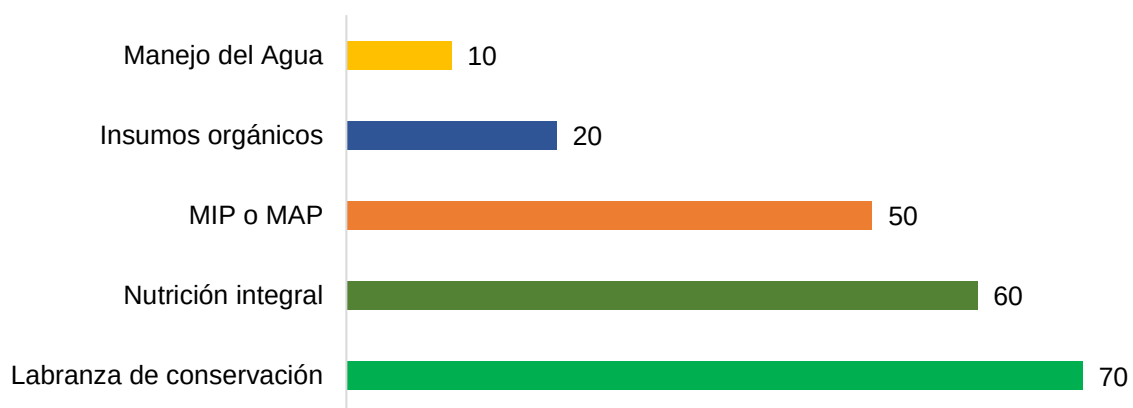


Figura 17. Innovaciones recomendadas por los extensionistas (%);
Fuente: Elaborado con información de campo

Influencia de los agentes de extensión en la Unidad de Producción (UP). De acuerdo a las respuestas de los productores, el agente que tiene contacto permanente es la casa de agroquímicos, dada la cantidad de insumos aplicados al cultivo, son frecuentes sus visitas al proveedor de insumos desde la siembra, siendo este un mecanismo muy efectivo para mantener la cartera de clientes cautivos para las empresas de agroquímicos. Como se observa en la Figura 18, el agente que mayor influencia tiene en las unidades de producción es la casa de agroquímicos con el 60.9% de incidencia, seguida por el extensionismo público con 45.3%, y algún agricultor conocido o vecino con 12.5%

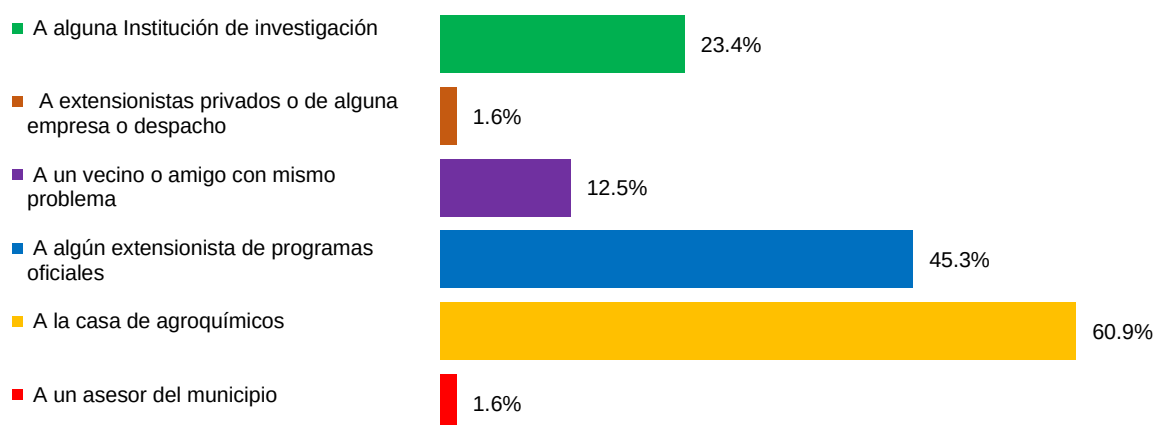


Figura 18. Influencia de los Agentes de extensión en las UP

Fuente: Elaborado con información de campo

La evaluación de la eficacia de las recomendaciones técnicas de los extensionistas se realiza con indicadores de resultados, en el 80% de los casos se indica que es al término del ejercicio y con avances positivos en el cultivo durante el desarrollo del cultivo, lo cual se anota en los registros o bitácoras productivas (20%). Los indicadores usados son: en el 100% de los casos, el rendimiento y 80% en costos, 30% en trampas colocadas y 10% en rentabilidad y hectáreas beneficiadas. La suma no da 100 porque se trata de uno o más indicadores señalados.

Sobre las recomendaciones técnicas, el 70% de extensionistas opinó que es frecuente la recomendación de productos innecesarios o no adecuados de parte de la casa de agroquímicos, por el tipo de suelo en nutrición del cultivo, además, en el caso de las plagas y enfermedades se realiza control sin tener elementos como los monitoreos para saber el grado de infestación y el tipo de plaga a controlar, a esto se suma el uso de fórmulas altamente tóxicas. Por otra parte, el 30% de los extensionistas manifiesta que las tecnologías que el productor adquiere son efectivas en corto plazo, pero a veces no son necesarias, aumentando la dependencia de insumos externos, debido a que estimula la

compra para controlar en lugar de hacer un manejo, con las consecuencias en el deterioro del suelo, agua y la salud de los aplicadores.

En cuanto a la búsqueda de asesoría técnica, en el 92% de los asesorados el extensionista es quien le visita y solo en el 8% de los casos el productor busca la asesoría; esto puede interpretarse de dos formas: a) que el productor no considera relevante el apoyo de extensionismo, o b) que el técnico lleva un adecuado acompañamiento, lo cual no hace necesario que el productor tome la iniciativa de buscar asesoría por cuenta propia; en este aspecto es determinante la experiencia del productor en maíz.

5.1.4 Extensionismo privado

El extensionismo privado se integra por las tiendas de agroquímicos, quienes, a través de la figura comercial, realizan asesoría, asistencia técnica, capacitación y comercialización de insumos, y las principales características en este tipo de extensionismo se describen a continuación.

Equipamiento conceptual, técnico y de comunicación. El 45% de las tiendas de agroquímicos son atendidas por el dueño o familiar directo y el 55% por empleados. En todas las empresas existe una formación afín al sector agropecuario en empleados y dueños. El 36% tiene más de 20 años de experiencia en comercialización de insumos, 37% entre 5-10 años y 27% entre 1-4 años en el medio.

El 92% de quien atiende el mostrador tiene nivel de licenciatura y 8% nivel medio superior, no obstante, los empleados de las **empresas se actualizan al menos cada dos meses**, en temas de fertilización, nuevas moléculas (ingredientes activos) de plaguicidas, y algunas incluyen venta de variedades de semillas. Para ello, se organizan talleres y simposios por parte de proveedores o de la misma empresa.

Algunas de estas empresas cuentan con sucursales, en cuyo caso realizan especialización del personal, por sistema productivo, por ejemplo: granos,

aguacate, berries, entre los más comunes. De modo ocasional, cuando el productor llega a mostrador porque tiene un problema, se le da seguimiento en campo.

Referente al número de productores que atiende cada persona en mostrador, es variable; se encontró que en el 36% de los casos, se atiende un rango de 20-30 productores; el 27% entre 50-60, el 18% entre 30-40, y el 9% no precisa la cantidad de productores atendidos (en el sentido de facilitar un producto que cubra las necesidades que el cliente demanda). Los temas de la asesoría versan en el uso de productos para el control de plagas y en menor proporción es la solicitud de productos específicos como sales en fertilización o plaguicidas.

Los servicios ofertados a los productores, además de la venta de agroinsumos, son en el 91% asesoría técnica en mostrador y eventualmente en campo, 36% financiamiento, 18% capacitación y 9% compra de cosecha. La asesoría comúnmente se ubica en el ámbito de plaguicidas para resolver un tema de plagas que el productor manifiesta, en el caso de los fertilizantes se busca las sales como el sulfato de amonio y la urea. Se menciona como ocasional el acompañamiento en campo solo al persistir la problemática de plagas.

Métodos de promoción comercial utilizados. Sobre las actividades de difusión de las empresas de agroinsumos, se encontró que el 27% no realiza difusión, pero sí ofrecen asesoría personalizada cuando el productor lo requiere o para un problema específico, en mostrador en primera instancia y cuando persiste el problema se realiza visita a campo.

Para el caso de semillas, el 67% de las empresas establecen parcelas demostrativas, en las que implementan un paquete tecnológico para lograr expresar el potencial de la variedad sembrada, además debe estar en un lugar visible y con un productor que asuma el reto (líder). Por otra parte, se procura definir rutas de visita de manera ocasional en la etapa vegetativa donde se requiere mayor cercanía al productor.

Otra estrategia empleada son las pláticas de nutrición en etapas críticas del cultivo, lo cual se observó en una empresa recién llegada al territorio. En estos eventos se sensibiliza al productor sobre las bondades de los productos que se ofertan.

En el uso de plaguicidas, se observó la tendencia de las empresas de sugerir productos de amplia cobertura, y con ello garantizan resolver la problemática manifestada por el productor de forma contundente y visible en corto plazo. En la visión comercial, resolver el problema con eficacia da seguridad al cliente y a la empresa, debido a la confianza que se genera con el productor en resolver de modo rápido, con el costo ambiental respectivo, dado que se utilizan productos altamente tóxicos, muchos de los cuales están prohibidos en otros países. De este modo, se interpreta que existe un conflicto de intereses entre la estrategia de ventas y la recomendación de manejo en plaguicidas.

Continuidad de la asesoría y seguimiento en campo. Sobre las políticas para la asesoría, se identifican básicamente el compromiso (dado por hecho) de compra de productos que vende la empresa. Por lo general, después de la primera compra el productor regresa o comunica que necesita apoyo en campo en caso de no resolver el problema. Por tanto, se busca ofrecer productos que den solución en corto para el problema planteado por el productor.

Otra estrategia por parte de las empresas es hacer recorridos periódicos cada semana en la zona, para ello se asigna especialista para dar cobertura, acorde al avance del ciclo productivo, lo más dinámico es el establecimiento de las parcelas demostrativas y su seguimiento.

Existen casos en que las empresas ofertan financiamiento, en este caso se otorgan los insumos requeridos durante todo el ciclo y en la cosecha se recibe la producción pagando la diferencia de los insumos requeridos en la producción, en este proceso es de rigor el acompañamiento en campo.

Eficacia en el proceso de adopción de innovaciones. Los agentes de extensionismo privado llevan un esquema de difusión de innovaciones basado en la venta de agroinsumos, a saber: semillas, plaguicidas y fertilizantes. Por tanto, la eficacia de este extensionismo significa, por un lado, para el productor, resolver en corto tiempo el problema, y para la empresa la venta de agroinsumos. Los resultados encontrados en los tres insumos productivos más importantes fueron:

Semillas. El **73%** de las empresas estudiadas ofrecen variedades de semillas. las prácticas preponderantes para la recomendación son el régimen de humedad (temporal, punta de riego y riego): lo cual remite atención en la precocidad de la semilla (tardío, intermedio y precoz). La disponibilidad de variedades comerciales en la zona lleva un proceso previo de adaptación de modo que se conoce con certeza su comportamiento en la zona. Las prácticas que aplican para la selección de variedad son:

- La experiencia del productor con la marca
- La experiencia de la empresa en la región, para lo cual se ubica las variedades de mejor desempeño en riego o temporal, así como por el tipo de suelo o manejo
- El desempeño de las parcelas demostrativas

El precio de la semilla, tiene un rango de precio entre \$1,100-\$3,840 por bolsa de 60,000 semillas. El costo depende de la marca y tratamiento a la semilla (con productos como **Poncho o Crusier**, se logra tratamiento preventivo de plagas en nacencia, y brinda cobertura de 20 días contra gusano cogollero que troza la plántula).

En la entrevista a proveedores de insumos se identificó que las variedades de maíz para riego más usadas son Pioneer P3265W; Berrendo, Cimarrón y Antílope de Asgrow; 3037, 2069, 2061Y y 3027 de Debkalb; y elotero 7573W. La densidad de siembra en riego es de 90,000 plantas en promedio, con una máxima de 130,000 plantas ha⁻¹. Para temporal, se informa un promedio de 60,000

plantas ha^{-1} . Los rendimientos estimados por las empresas son de 10.5-11 ton ha^{-1} en riego y de 5 ton ha^{-1} en temporal. En el caso de las semilleras locales se informa que existe mayor preferencia por sus variedades en el régimen de temporal, porque son variedades de precios más accesibles y que demandan menores dosis de fertilizantes, aun cuando su potencial de rendimiento es menor en el balance costo beneficio es más apropiada para esquemas de temporal.

Fertilizantes. En cuanto a la recomendación de fertilizantes, se identifican dos tendencias: la primera consiste en solo la venta de los minerales (fórmulas comerciales como sulfato de amonio, triple 17, Urea) requeridos por el productor, siendo el caso del 64% de los negocios. La segunda, con 36% de los casos, es la recomendación de fórmulas balanceadas o mezclas basadas en el conocimiento, experiencia o en monitoreo de las calidades de suelo de la zona, aunque una baja proporción de productores lo realiza, generalmente solicitan lo que ya conocen, donde los fertilizantes más solicitados en mostrador son: sulfato de amonio, fosfato diamónico o (18-46-00) y urea.

Referente a la dosis de fertilizante, se encontró un rango de 250-400 kg ha^{-1} por ciclo, y promedio de 300 kg ha^{-1} fraccionado en tres aplicaciones; en fertilizantes foliares se usa de 1-4 kg ha^{-1} , lo más común es 1 kg ha^{-1} . Esta dosis proporciona un aporte promedio de nitrógeno neto de 63 kg ha^{-1} .

El 73% de las empresas les ofrece **reguladores de pH al suelo**, en ellas el 50% manifiesta que poco se usan en maíz, porque es considerado como un plus que eleva los costos. La marca más buscada es Buffer, Master y cal agrícola.

Respecto al uso de alternativas orgánicas en nutrición de maíz, en el 54% de las empresas se menciona baja iniciativa en el uso de alternativas a los productos químicos, 36% informa que no se buscan opciones y 9% menciona que se busca de forma regular el “supermagro” (solución nutritiva basada en la fermentación anaerobia de estiércol de res o cerdo con agregados minerales, de manufactura casera o semi-industrial), al respecto, el 36% de las empresas maneja

“supermagro” y 18% refiere el uso de compostas o estiércol crudo de res como opción para mejorar el aporte de nutrientes al suelo.

Plaguicidas y herbicidas. El 100% de los extensionistas privados oferta agroquímicos; en ellas, el 82% de las recomendaciones emitidas son para control de plagas referidas por el productor, el 18% restante es la venta de productos específicos que requiere el productor. El Cuadro 14 muestra los plaguicidas más usados en la zona de estudio.

Acorde al grado de toxicidad de las moléculas empleadas como plaguicidas en el cultivo de maíz riego en la zona de estudio (Cuadro 14), se identificaron veinte ingredientes activos, trece de ellos son prohibidos en otros países bajo los criterios PAN Internacional y a la vez cinco también se encuentran prohibidos por los criterios FAO-OMS. Los trece ingredientes activos también forman parte de los plaguicidas altamente peligrosos con mayor número de registros en todos los usos en México (Bejarano *et al*, 2017).

Si consideramos la aplicación de los criterios PAN Internacional, la lista de productos “deseables” o menos tóxicos para el control de plagas en maíz se reduce a siete ingredientes activos, en orden de creciente de toxicidad: Benzoato de emamectina, Spinetoram, Chlorantraniliprole, Cipermetrina, Diflubenzuron, Imidacloprid y Cihalotrina. Este escenario muestra el trabajo a desarrollar con el productor como usuario de esta tecnología y los agentes de extensionismo involucrados en la red de innovación del territorio del DDR 092.

En lo que respecta a recomendación de dosis y manejo de plaguicidas y herbicidas, se encontró que el 73% de las empresas se guía por la toxicidad y etiqueta del producto, el 64% hace recomendaciones de BUMA (Buen Uso y Manejo de Agroquímicos del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) para protección de quien aplica, el 27% sugiere el manejo adecuado de diluciones y el 9% recomienda sobre hora de aplicación ya sea por los hábitos de la plaga o bien para cuidar la residualidad del producto.

Cuadro 14. Plaguicidas de mayor uso en maíz, DDR 092 Morelia

TIPO DE PLAGUICIDA	INGREDIENTE ACTIVO	NOMBRE COMERCIAL	Categoría toxicológica	Altamente peligrosos Criterios FAO-OMS*	Altamente peligrosos criterios PAN Internacional**	Número de países prohibido
PLAGAS DEL FOLLAJE	Benzoato de emamectina	Denim	IV			
	Chlorantraniliprole	Coragen	III			
	Cihalotrina (lamda)	Karate, Chapter	III			
	Cipermetrina	Arrivo 200 CE, Ripcord 200, Combat 20	III			
	Clorpirifós	Lorsban, Foley, Epa 90, Disparo y Novapro	III		1	2
	Clorpirifos +Permetrina	Dragón, Foley Rey	II		1	2
	Diflubenzuron	Caronte Max	III			
	Imidacloprid	Confidor, Leverage	IV			
	Metamidófós	Metrifos, Monitor 600, Tamaron, Biofos 600, Agresor 600	II	1	1	49
	Paration metílico	Foley, Dragón, Folidol M-20	II	1	1	59
	Permetrina	Forte	IV	1	1	29
	Spinetoram	Palgus	IV			
PLAGAS DE, FOLLAJE Y DEL SUELO	Carbofurán	Furadán, Velfurán	II	1	1	49
PLAGAS DEL SUELO	Bifentrina	Talstar	III		1	2
	Clorpirifós	Lorsban, Foley, Epa 90, Disparo y Novapro	III		1	2

Continua...

...Continuación

TIPO DE PLAGUICIDA	INGREDIENTE ACTIVO	NOMBRE COMERCIAL	Categoría toxicológica	Altamente peligrosos Criterios (PAP) FAO-OMS*	Altamente peligrosos criterios PAN Internacional**	Número de países prohibido
PLAGAS DEL SUELO	Terbufos	Agrinfos, Agrofos, Biosban, Counter, Disafos, Forater, K-Fos, Marmafos, Megater, Merinfos, Pillarfox, Refoster, Rimafox, Sagafos, Terbofox, Terbu-Kill, Terbuter, Terbufos, Terbugran, Terbusag, Terrafox, Terbuwest, Trancazo, Turbolux, Yuenfa.	I	1	1	34
		Arrasador, Herbidex, Amina, Esteron 47, Herbipol, Hierbamina	II			3
		Atrazina	IV		1	37
		Diurón	IV	1	1	1
		Arraza, Faena, Cacique, Trinchera, Herbifox, Látigo, Mochilero, Bombazo, Secafín, Torbellino, Potro y Aquamáster.	IV		1	1
MALEZAS	Glifosato	Paraquat, Gramoxone, Quemoxone	II			38

Fuente: Elaborado con información de campo y Bejarano et al, 2017; * Lista de criterios de Plaguicidas Altamente Peligrosos (PAP); **Red de Acción de Plaguicidas (Pesticide Action Network -PAN-), incluye los criterios PAP e impactos humanos y ambientales), disponible en <http://tinyurl.com/hxgkm5j>

Sobre la recomendación de **adherentes o emulsificantes**, el 46% lo recomienda escasamente, en tanto el 27% informa que lo recomiendan ampliamente por tratarse del ciclo PV; y otro 27% lo menciona que lo recomiendan poco, debido al gasto que implica para los productores, para quienes es considerado como un artículo de lujo o plus.

En la perspectiva de los proveedores de agro insumos la problemática de rentabilidad de los productores de maíz tiene su punto crítico en: los bajos precios de comercialización (73%), lo que resulta en un margen de utilidad muy bajo, además a esto el 64% de los entrevistados también considera importante la incidencia de plagas y malezas.

Lo sobresaliente del extensionismo privado es la influencia que ellos tienen sobre el alto uso de insumos externos; por tanto, el interés al que ellos responden se ubica en el plano comercial, con incremento de los márgenes de utilidad monetaria para las empresas, por el volumen de insumos colocados en el mercado y de modo relativo para el productor al “controlar” con eficacia las malezas, plagas y enfermedades en maíz.

5.1.5 Extensionismo de las instituciones de investigación

En este apartado se ubica el extensionismo que realizan dos instituciones de investigación oficiales identificadas en el área de influencia del territorio estudiado. En orden de intervención son: el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP campus Uruapan) y la Fundación Produce Michoacán (FPM). Este extensionismo tiene tres vertientes: la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnología e innovación, con lo cual se busca responder a la problemática del sistema productivo maíz, para este caso. A continuación, se precisa más la información de cada una de esas fuentes.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)

El INIFAP desarrolla proyectos de investigación en dos niveles, el primero es la ciencia básica y el segundo ciencia aplicada, esta última se transfiere mediante el modelo de productor experimentador, pasando las tecnologías a experimentación local o condiciones reales. Por otra parte, el INIFAP participó como soporte tecnológico durante los ejercicios 2016 y 2017 en el extensionismo en Michoacán (Investigadores entrevistados), resultado de esta experiencia se comenta lo siguiente:

El INIFAP trabaja con el desarrollo de proyectos de investigación básica y aplicada específicamente en maíz involucrando aplicaciones tecnológicas en generación de nuevas variedades, labranza de conservación, manejo agroecológico de plagas y control biológico, entre otros. El instituto, implementa estrategias para difusión de las tecnologías desarrolladas de las cuales las más importantes son: la publicación de artículos científicos, la participación en proyectos de extensionismo mediante convenios institucionales (SAGARPA; CIMMYT, Fundación Produce, entre otras dependencias).

A nivel investigador, su papel es colocar las tecnologías desarrolladas a nivel de productor experimentador, donde se prueba en condiciones reales para conocer su desempeño; sin embargo, a largo plazo se rompe el esquema de seguimiento de la adopción de ellas. En la experiencia de investigadores, es necesario focalizar los esfuerzos a proyectos de desarrollo territorial de largo plazo, donde se mantenga continuidad ante los cambios de funcionarios y ejercicios fiscales. Sucede con frecuencia que la solución a varias problemáticas ya está desarrollada, pero el productor no las conoce.

El Manejo Agroecológico de Plagas (MAP) y Manejo Integrado de Plagas (MIP). Por considerar el aspecto fitosanitario en maíz como importante, es oportuno consultar a los especialistas en el tema. Para ello se consultó a los doctores Miguel Najera y Fernando Bahena Juárez, especialistas en Control Biológico y Labranza de conservación y Manejo Agroecológico de Plagas. A continuación, se describe la postura de investigadores en estos temas.

El enfoque de Manejo de Plagas, consiste en manejar las poblaciones de organismos “plaga” desde un enfoque holístico, a niveles que no causen daños económicos.—Desde la perspectiva del investigador, para una agricultura sostenible es importante desarrollar conciencia sobre los efectos a largo plazo de los insumos aplicados, y uso solo cuando se hayan agotado otras opciones de manejo. Esta labor representa retos para el extensionista, ya que, si los productores no tienen conciencia de las consecuencias del uso de plaguicidas, difícilmente innovará con tecnologías más sostenibles. En este proceso, el acompañamiento técnico de calidad es fundamental, ya que se requiere adaptar y hacer un uso apropiado de las tecnologías para que se logren resultados aceptables, de lo contrario el productor se desmotiva y se genera más resistencia al cambio o innovación, pues experimentar le implica tiempo, trabajo y dinero.

Un indicador apropiado para evaluar los impactos de las acciones de manejo de plagas es costo de producción, pues implica reducir las aplicaciones de plaguicidas, lo cual demanda usar alternativas de manejo, con adecuada orientación y acompañamiento técnico. Sin embargo, en la práctica el productor se encuentra muy familiarizado con el uso de plaguicidas sintéticos que son de fácil acceso y sin mayor riesgo económico controlan “todas” las plagas (Comunicación verbal con el Dr.Fernando Bahena, 2018).

El gusano cogollero puede causar pérdidas económicas superiores al 80% en maíz, por lo que su manejo tiene importancia clave. En la práctica, se realizan hasta más de cinco aplicaciones de plaguicidas para su control, con las respectivas consecuencias económicas, ambientales y de salud. El uso de trampas con feromonas para la captura de palomillas es una alternativa viable.

En el manejo integrado de plagas, una manera de analizar la autorregulación de poblaciones es revisando el desempeño de los enemigos naturales de los insectos plaga. La biodiversidad provoca interacción entre el suelo, la planta y el insecto, de forma que se logra un equilibrio sin ocasionar daños económicos.

En lo referente al uso de Control Biológico en plagas, se percibe por parte de los investigadores la falta de conciencia y motivación para hacer cambios sobre todo en granos, pues el uso de alternativas biológicas para el control de plagas tiene mayor aceptación en cultivos de alto valor comercial como berries y aguacate, porque el productor sabe que si no se ajusta a la norma en el uso de plaguicidas no puede aspirar a mejores precios de mercado (sobre todo el extranjero). En granos el uso de estas alternativas es muy limitado.

Por otra parte, desde la perspectiva del investigador, a nivel comercial falta regulación oficial en la producción y el control de calidad de los productos para control biológico. En los exámenes de laboratorio de productos comerciales se identifica falta de garantía en la viabilidad de microorganismos, y también se observan concentraciones inferiores a las reportadas y también casos de contaminación de cepas.

Al cuestionar sobre las limitaciones para la difusión de tecnologías e innovación en la agricultura se hacen las siguientes observaciones:

Algunas de las limitaciones que los entrevistados identifican para la difusión de tecnologías, es la prioridad de algunos investigadores de “primero publicar y después a ver si aplico”, lo que deriva de las reglamentaciones en materia de evaluación de productividad académica. De esta forma se desmotiva el interés del investigador por aplicar las novedades tecnológicas a las realidades de los productores. Lo anterior crea una brecha entre la ciencia básica y la aplicada, pues esta última “no te da puntos para participar de los beneficios económicos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI)”. Puede decirse que la dinámica del SNI, en diversos casos ha propiciado que se genere investigación para

beneficio del mismo investigador y del sistema CONACYT y no de la sociedad a la que debe estar vinculado.

Desde la experiencia de investigadores, en otros países la investigación se vincula a proyectos estratégicos de desarrollo, donde la ciencia debe ser aplicada a realidades productivas del proyecto en cuestión, y de esa manera los productores son los primeros en presionar para que haya resultados tangibles y no al revés como sucede en México. El esquema dominante de transferencia de las tecnologías por los investigadores es mediante la publicación de artículos científicos y escasamente, o de manera muy limitada, sucede la asesoría o vinculación al sector rural utilizando los nuevos insumos generados. Obviamente existen excepciones por lo que no se puede generalizar; sin embargo, esta situación es muy común en los investigadores del SNI.

En la práctica, la lógica económica rige los cambios. Por una parte, existe la tendencia a buscar los mayores beneficios económicos en todos los niveles y por otra parte estamos saturados de programas asistencialistas donde se ha desmotivado la conservación de los recursos naturales.

Otro aspecto importante es el deterioro de la cultura del esfuerzo de la sociedad en general, ya que pocos productores asumen riesgos, porque hacerlo implica romper su condición o “confort”. De este modo es importante definir una investigación estratégica orientada a resolver los problemas más importantes en México; para ello es necesario un compromiso informado o con elementos técnicos por parte del gobierno.

Otro elemento es la falta de cultura para el trabajo de equipo, entre los extensionistas y también entre los investigadores.. El trabajo de equipo permite potenciar las capacidades personales para sumar a una estrategia global. “Si no trabajas en equipo no es posible prosperar ni personal, ni profesionalmente”.

En el sector rural existe una percepción de buscar beneficios económicos en el corto tiempo, dejando de lado la sustentabilidad de los recursos naturales. Por

otra parte, en el ámbito político siempre se promueven programas asistencialistas para lograr votos (permanencia política), desatendiendo temas importantes a largo plazo, como la autosuficiencia alimentaria.

En este mismo contexto, existe una gran cantidad de investigaciones científicas de las cuales no todos llegan a ser aplicadas, de tal modo que para lograr un objetivo común de desarrollo nacional se debe focalizar que la investigación resuelva problemas prácticos, y promover una estrategia de investigación en el marco de un proyecto global de desarrollo, que integre acciones concretas de todos los involucrados para resolver la problemática de producción agroalimentaria, y de este modo los impactos pueden ser positivos para el logro de las metas planteadas.

Fundación Produce Michoacán, A.C.

La Fundación Produce Michoacán (FPM) funge como enlace tecnológico de las innovaciones sustentables del sector agropecuario de Michoacán, y para ello, la investigación y transferencia de tecnología se orientan a demandas específicas, y de acuerdo a la definición de la utilidad de las tecnologías.

La demanda de investigación y transferencia se califica como precisa, pues responde a la requerida por los actores de las cadenas productivas prioritarias o apoyadas en la FPM. Para el diagnóstico y priorización, la FPM se apoya en metodologías como el marco lógico, el plan de acción participante y la prospección de las cadenas agroalimentarias, así como por las alianzas público-privadas para la integración de los equipos multidisciplinarios que participan.

En este contexto, actualmente la Fundación Produce Michoacán no está desarrollando proyectos de investigación y transferencia en maíz en el estado. Se informa que el proyecto desarrollado en granos en el estado fue “Agricultura de Conservación” el cual concluyó hace aproximadamente ocho años, resultado de ello se formó capital humano en cinco técnicos especializados en el tema, y un grupo de cuarenta productores en el Valle de Morelia-Queréndaro. A la fecha

la cadena maíz no se encuentra incluida en nuevos proyectos de investigación aplicada o transferencia, y obviamente no se ha dado seguimiento al proyecto referido en el largo plazo.

En síntesis, de los dos agentes que componen el extensionismo de las Instituciones de investigación, solo el INIFAP mantiene vigentes proyectos de investigación en maíz, y en él se genera ciencia aplicada tales como el desarrollo de variedades adaptadas a las zonas productoras del estado, además de prácticas conservacionistas como el manejo agroecológico y biológico de plagas y la labranza de conservación.

En el MIP, el INIFAP también trabaja mediante convenios con instituciones como CIMMYT y SAGARPA. Desde la óptica de los investigadores, es determinante desarrollar conciencia sobre la importancia del menor uso de agroquímicos por los severos daños causados a la salud humana, al ambiente y a las poblaciones de organismos que integran los agroecosistemas, además de la alta dependencia de insumos que se genera y altos costos de producción implicados en ello.

Se reconoce que existe poca aceptación de alternativas a los plaguicidas convencionales, pero se está avanzando en ello. Un factor que limita esto es el cultural, dada la costumbre de usar los plaguicidas para controlar dichos organismos y habiendo pocos casos en manejo adecuado de las plagas. En lo referente al control biológico, existen alternativas apropiadas; sin embargo, no están ampliamente disponibles en el mercado y no se cuenta con la regulación adecuada para comercialización. A esto se suma que la mayoría de los productores no están acostumbrados a utilizarlos.

5.1.6 Extensionismo de las instituciones de educación superior

Una de las funciones de las instituciones de enseñanza e investigación agropecuaria, es la vinculación de los estudiantes a las realidades del sector, y en alineación con ello, se identifican tres formas de vinculación: mediante la

formación de capital humano y con las prácticas y/o servicio social de los estudiantes.

Con la participación en proyectos de extensionismo, como fue el caso de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) en el Programa Integral de Desarrollo Rural 2014 y 2015, y Programa de Apoyo a Pequeños Productores 2016 en ambos programas componente de Extensionismo. En dicho programa, los formadores para extensionistas validaban y daban seguimiento a las innovaciones planteadas en los planes de trabajo de los extensionistas.

Los informes de resultados de este trabajo plantean avances en los indicadores de costos e ingresos, sin embargo, no se registraron indicadores de largo plazo sobre la adaptación y adopción de las innovaciones implementadas en maíz.

Los Convenios y proyectos de investigación de los profesores o investigadores adscritos a las Universidades.

Obstáculos para la transferencia de tecnología e innovaciones. La problemática de transferencia y vinculación institucional para la innovación en la agricultura es compleja y tiene varias aristas, “el eje de ello es la severa desarticulación de actores en la cadena de transferencia de tecnologías”. Para fines de la investigación, los obstáculos a que se hace referencia, se consideran aplicables a otras regiones del estado, dentro de ellas la zona de estudio. De este modo, se señala que algunos obstáculos para la transferencia de tecnologías e innovaciones son:

Falta de interés y cultura de los productores, pues esperan bienes tangibles o subsidios y no se valora el conocimiento del que se pretende se apropien y adopten (aparte de la desvaloración del conocimiento, no se tiene disposición para hacer el trabajo conforme al manejo recomendado).

Falta de un programa estratégico que permita involucrar a las dependencias locales para trabajar en la misma línea, con visión de mediano y largo plazo.

Es necesario desarrollar investigación aplicada y en equipos multidisciplinarios, si la investigación se sigue desarrollando para beneficio individual y escalafonario de los investigadores, difícilmente se obtendrán resultados positivos de alto impacto en campo.

En el caso de los suelos de uso intensivo, las prácticas actuales de manejo en el largo plazo están destruyendo la fertilidad. En este sentido es necesario reconocer una Segunda Revolución Verde, pues la primera sucedió en un contexto nacional diferente de disponibilidad de recursos naturales como suelos fértiles y agua de riego, al menos para ciertas regiones. Actualmente, los recursos naturales se encuentran en proceso de degradación atribuidos al manejo inadecuado de las actividades agrícolas; por tanto, incrementar productividad con la intensificación productiva tiene los límites finitos, mismos que son cuantificables y evidentes en los parámetros de calidad del suelo y agua.

Es necesario hacer una profunda reflexión sobre la eficiencia del sistema actual de manejo de suelos, pues su calidad es finita y en las condiciones de manejo realizadas por las mayorías de productores se degrada, generando mayor dependencia de insumos, y en consecuencia un círculo vicioso que pareciera no tener fin.

En las estrategias de desarrollo sustentable el eje rector es la gestión del conocimiento para que este trascienda en el nivel social. En el caso de la UMSNH, la estrategia de vinculación es insuficiente para gestionar y transferir los resultados de los proyectos de investigación a las diversas realidades productivas.

Considera necesario que los indicadores de desempeño de los investigadores contribuyan a resolver en la práctica un problema de importancia socioeconómica. En este sentido, si se expresara en una ecuación de balance energético, las entradas a la unidad de producción no deben dañar el suelo y en las salidas el productor debe obtener un beneficio económico. Por tanto, la investigación debe expresar conciencia moral como meta de desempeño,

adicional a las publicaciones en: desarrollar conocimiento inclusivo, e integrado a un sector productivo (entrevista personal Dr. J. Bayuelo, 2018).

Los indicadores de investigación actuales abonan al beneficio individual y no social. Hacer el cambio implica que la investigación actual se convierta en investigación de vanguardia. Es muy importante integrar el concepto demostrativo de las tecnologías para que sean apropiadas a las condiciones particulares de los involucrados.

Existe una amplia cultura paternalista en los productores, lo que limita su disposición y uso de nuevos conocimientos, pues esperan subsidios o activos tangibles de parte de las instituciones. En la experiencia de un proyecto de transferencia de semilla, se logró recurso genético muy valioso y desafortunadamente en la práctica el productor no lo quiere usar.

En tanto no haya cambios en la forma de trabajo, tanto de investigadores como de productores, los resultados serán poco eficaces. Se observa una desarticulación institucional para innovar, es necesario pensar “verde” y abordar las problemáticas de forma holística y estar socialmente comprometidos.

Socialmente las personas no se reconocen como lo que somos, como pueblo de maíz, y se tiende al malinchismo adoptando lo que viene de fuera sin cuestionar, por considerarse mejor a lo que tenemos, se adopta sin criticar los daños al suelo, ambiente y sociedad que se ocasionan.

Por último, no se observa seguimiento de los trabajos en el largo plazo, falta visión en el uso de los recursos y tecnologías pensando en el bien común, haciendo una adecuada gestión del conocimiento, donde el beneficiario asuma su rol, aplique y adopte las tecnologías en beneficio personal y social.

Se consultó al titular del Dpto. de Gestión Tecnológica y Vinculación del Instituto Tecnológico del Valle de Morelia (ITVM), M. en M. Georgina Ruíz Avilés. El ITVM participó en concepto de servicio social gratificado de extensionismo de forma durante los ejercicios 2014 y 2015. En este proyecto se integró a estudiantes

como extensionistas en diversas cadenas productivas, derivado de ello se comenta de los beneficios de que el estudiante se involucre de lleno al quehacer profesional del sector, pues mediante un desempeño y tutoría adecuados se convierte en área de oportunidad para abrir espacios para su posterior autoempleo. Por ejemplo, alumnos que atendieron cadenas de zarzamora y aguacate, actualmente continúan por cuenta propia atendiendo productores de forma privada.

Una forma permanente para la transferencia de conocimientos, por parte del ITVM, al sector productivo es durante los procesos de investigación con los productores participantes y mediante la publicación de artículos científicos, a ello se suman convenios específicos con organizaciones de productores para temas particulares, los trabajos de tesis y el servicio social que es obligatorio para los estudiantes. Actualmente, no se realizan investigaciones en maíz en la zona de estudio por parte de los profesores del ITVM.

5.2 El Índice de innovación en maíz de riego en el DDR 092

Las innovaciones consideradas en el estudio fueron: i) Labranza de conservación; ii) Manejo integrado de plagas; e iii) Nutrición adecuada del cultivo. Para cada innovación se consideró un número de prácticas específicas (componentes de innovación) que incluyen las actividades necesarias para su aplicación completa. Como se puede ver en el Cuadro 16 se identificaron cinco prácticas para labranza de conservación, nueve para manejo integrado de plagas y siete para nutrición adecuada del cultivo-

El índice de innovación global (II G) se integra por tres rubros o innovaciones parciales: Labranza de conservación (LC), Manejo integrado de Plagas (MIP) y Nutrición del Cultivo (NC). La estimación del índice de innovación global fue de 0.336 de un máximo posible de 1 (Cuadro 16); con ello el nivel de avance del conjunto de prácticas consideradas en la innovación es de 33.6%.

El Índice de Innovación en Labranza de Conservación (IILC). El IILC estimado fue de 0.592 (Cuadro 16). En las prácticas parciales sobresale la no quema, la cual es aplicada en 97% de los productores estudiados, esta cantidad aporta el 12.1% a la innovación completa de labranza de conservación en el grupo estudiado. La incorporación de residuos de cosecha se realiza por el 86% de productores, seguido por no remoción del suelo y nivelación con 72% y 61%, respectivamente (Cuadro 16). Al mismo tiempo, destaca la nula rotación de cultivos.

Sobre la superficie cultivada se identificó una variedad de cultivos por ciclo agrícola, predominando los granos en ambos ciclos (Cuadro 15). En el ciclo PV el maíz ocupó el 91.9% de la superficie sembrada, en ello el frijol y alfalfa pueden ser opciones adecuadas de rotación desde el punto de vista agronómico, por la fijación de nitrógeno al suelo, sin embargo, solo se siembra en 1.3 ha y 20.8 has, respectivamente, mientras que en el ciclo OI, la rotación más común es trigo que ocupa en 79% de la superficie cultivada, y el cultivo de garbanzo, solo se aplica en el 4% de la superficie cultivada en los productores de la muestra.

Cuadro 15. Los principales cultivos por ciclo agrícola PV 2017 - OI 2017-18 según muestra de productores en el DDR 092 Morelia

Cultivo	Ciclo	Productores		Superficie cultivada total (ha)	Superficie cultivada por ciclo (%)
		Número	% respecto al total de productores de la muestra*		
Maíz	PV	64	100%	756.0	91.9%
Sorgo	PV	9	14%	62.5	7.6%
Frijol	PV	3	5%	1.3	0.2%
Cempaxúchitl	PV	1	2%	1.0	0.1%
Chile	PV	1	2%	1.5	0.2%
Total superficie PV				822.3	100.00%
Trigo	OI	46	72%	293.9	79%
Avena	OI	13	20%	61.0	16%
Garbanzo	OI	5	8%	15.5	4%
Total superficie OI				370.4	100%
Alfalfa	Perene	13		20.8	

Fuente: Elaboración propia con información de campo

Cuadro 16. Estimación del Índice de Innovación en maíz en el DDR 092

INNOVACIÓN	PRÁCTICAS QUE INTEGRAN INNOVACIÓN (PRÁCTICAS AGRÍCOLAS INNOVADORAS)	Práctica ponderada =(peso asignado a la práctica de innovación)*100	Frecuencia de aplicación (No. De productores que aplican práctica)	Frecuencia relativa de aplicación (No. productores que aplican práctica/No. productores que integran la muestra)*100	Índice de innovación por práctica de innovación (frecuencia relativa de aplicación*práctica ponderada)
LABRANZA DE CONSERVACIÓN	1 Nivelación del suelo con escrepa o láser	12.5%	39	61%	0.076
	2 No remoción de suelo (solo desvare, alineado y remarcado de surcos)	25.0%	46	72%	0.179
	3 Incorporación de residuos de cosecha	25.0%	55	86%	0.215
	4 Rotación de cultivos	25.0%	0	0%	0.000
	5 No quema de esquilmos	12.5%	62	97%	0.121
	Índice de innovación Labranza de Conservación (II LC)				0.592
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS	1 Cultivo de plantas hospederas de insectos benéficos en cabeceras	10.0%	0	0%	0.000
	2 Limpieza y chaponeo de cabeceras	10.0%	6	9%	0.009
	3 Uso de feromonas	10.0%	21	33%	0.033
	4 Monitoreo de plagas	20.0%	32	50%	0.100
	5 Monitoreo de insectos benéficos	10.0%	0	0%	0.000
	6 Uso de alternativas biológicas: diatomeas, <i>B. turingensis</i> u otro	10.0%	0	0%	0.000
	7 Uso de bioplaguicidas (extractos vegetales)	10.0%	5	8%	0.008
					Continúa...

...Continuación

INNOVACIÓN	PRÁCTICAS QUE INTEGRAN INNOVACIÓN (PRÁCTICAS AGRÍCOLAS INNOVADORAS)	Práctica ponderada = (peso asignado a la práctica de innovación) *100	Frecuencia de aplicación (No. De productores que aplican práctica)	Frecuencia relativa de aplicación (No. productores que aplican práctica/No. productores que integran la muestra)*100	Índice de innovación por práctica de innovación (frecuencia relativa de aplicación*práctica ponderada)
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS	8 Uso de insecticidas conforme a BUMA	10.0%	10	16%	0.016
	9 Uso de reguladores de pH en agua	10.0%	2	3%	0.003
	Índice de innovación Manejo Integrado de Plagas (II MIP)				0.169
NUTRICIÓN DEL CULTIVO	1 Análisis de suelo	25.0%	19	30%	0.074
	2 Uso de reguladores de pH en suelo	10.0%	2	3%	0.003
	3 Uso de fórmulas balanceadas, conforme a resultados de análisis	25.0%	19	30%	0.074
	4 Fertilización oportuna (1o. a la siembra, 2o.V6 y 3o. V10)	10.0%	12	19%	0.019
	5 Aplica fertilización mixta (sales y foliares)	10.0%	41	64%	0.064
	6 Elaboración y uso de supermagro	10.0%	8	13%	0.013
	7 Lombricomposta o lixiviado de lombriz	10.0%	1	2%	0.002
	Índice de innovación Nutrición del Cultivo (II NC)				0.248
ÍNDICE DE INNOVACIÓN GLOBAL (II G)					0.336

DONDE: n= Número de productores que integran muestra=64;

FUENTE: Estimado con los resultados de trabajo de campo

Índice de innovación en Manejo Integrado de Plagas (II MIP) y control de malezas. El índice de innovación fue de 0.169/1 (Cuadro 16), es decir los productores aplican el 16.9% de las prácticas consideradas en la innovación, lo que refleja la tendencia al uso de plaguicidas para control de plagas en la región, descartando el “manejo adecuado” de las plagas y malezas.

De las nueve prácticas agrícolas innovadoras que integran el MIP, las más aplicadas fueron el monitoreo de plagas y la instalación de feromonas con el 50% y el 33%, respectivamente, seguida por el uso de insecticidas conforme a BUMA de SENASICA con el 16% de uso en el grupo de productores estudiado.

Las áreas de mejora en la innovación sobre MIP se ubican en las prácticas de: cultivos de plantas hospederas de insectos benéficos en cabeceras, el monitoreo de insectos benéficos, el uso de alternativas biológicas, el uso de bioplaguicidas y la regulación de pH en el agua de dilución de plaguicidas.

Nutrición cultivo. El índice de innovación estimado fue 0.248/1 (Cuadro 15), para la innovación en nutrición del cultivo, se consideraron siete criterios, y de ellos la fertilización mixta resultó ser aplicada en 64% de los casos. Esta actividad tiene un peso en la adopción completa de la innovación de 10%, cifra que aporta el 6.4% de la innovación.

El análisis de suelos y fertilización balanceada son las actividades claves de la innovación, se encontró que solo se aplica en el 30% de los productores, cantidad que aporta el 0.074 para cada práctica. En contraste las actividades con menor adopción son el uso de lombricomposta o lixiviado de lombriz con 0.002, el uso de reguladores de pH en el suelo con 0.003, mismo que responde a problemas de salinidad o alcalinidad localizados, la elaboración y/o uso de supermagro con 0.13. En este tema el uso de opciones orgánicas o biológicas para mejorar la nutrición del cultivo se encuentra en etapa incipiente o bien presenta poca aceptación por parte de los productores. Es importante considerar el tema, pues algunos productores fueron beneficiados de programa de gobierno para camas de lombricomposta en años anteriores.

5.3 Los impactos de las innovaciones en los indicadores productivo y económicos

Los valores promedio de los indicadores económicos y productivo por categorías de productor con y sin extensionismo se presentan en el Cuadro 17, de acuerdo con ello se observan diferencias numéricas, sin embargo, para definir si las diferencias son significativas, se aplican las pruebas estadísticas comparando medias entre grupos con y sin acompañamiento de extensionismo (T-Student) y entre categorías de productores (t-Tuckey).

Cuadro 17. Los valores promedio de los indicadores de innovación, productivo y económicos, por categoría de productor, y con y sin acompañamiento de extensionismo

FACTOR DE AGRUPACIÓN	VALORES PROMEDIO DE INDICADORES										
	n	Superficie cultivada (ha)	II G	II LC	II MIP	II NC	Rendimiento (ton ha ⁻¹)	Costos de Producción (\$ ha ⁻¹)	Ingreso (\$ ha ⁻¹)	Utilidades Brutas (\$ ha ⁻¹)	R B/C
SIN EXTENSIONISMO PÚBLICO	26	8.750	0.324	0.615	0.154	0.204	10.535	19,069.231	36,871.154	17,801.923	1.959
Pequeños empresarios	11	3.500	0.299	0.625	0.173	0.100	10.473	18,363.636	36,654.545	18,290.909	2.020
Empresarios en transición	14	11.714	0.331	0.607	0.129	0.257	10.693	19,592.857	37,425.000	17,832.143	1.937
Empresarios comerciales	1	25.000	0.508	0.625	0.300	0.600	9.000	19,500.000	31,500.000	12,000.000	1.615
CON EXTENSIONISMO PÚBLICO	38	13.957	0.342	0.576	0.174	0.279	9.853	18,210.526	34,484.211	16,273.684	1.915
Pequeños empresarios	15	2.890	0.252	0.517	0.160	0.080	9.300	17,066.667	32,550.000	15,483.333	1.937
Empresarios en transición	16	11.781	0.401	0.609	0.219	0.375	10.244	18,812.500	35,853.125	17,040.625	1.922
Empresarios comerciales	7	42.643	0.403	0.625	0.100	0.486	10.143	19,285.714	35,500.000	16,214.286	1.852

Fuente: Elaborado con información de campo

5.3.1 Los resultados con y sin extensionismo público

Los resultados de la comparación entre grupos de productores (T-Student) no muestran diferencias significativas ($P>0.05$) entre el desempeño de productores con y sin extensionismo público (Cuadro 18). No obstante, en los indicadores de innovación II G, II MIP y II NC, **se observa tendencia a valores mayores** en los grupos con extensionismo público, mientras que en caso del II LC presenta valores mayores en el grupo sin acompañamiento técnico.

Cuadro 18. Los índices de innovación en productores de maíz riego, sin extensionismo público (SEP) y con extensionismo público (CEP), DDR 092

VARIABLE	GRUPO*	n	Media $\pm$ Desviación Estándar	Significancia
Índice de Innovación Global (II G)	SEP	26	0.32 $\pm$ 0.12	0.571
	CEP	38	0.34 $\pm$ 0.13	
Índice de Innovación en Labranza de Conservación (II LC)	SEP	26	0.62 $\pm$ 0.15	0.317
	CEP	38	0.58 $\pm$ 0.16	
Índice de Innovación en Manejo Integrado de Plagas (II MIP)	SEP	26	0.15 $\pm$ 0.12	0.533
	CEP	38	0.17 $\pm$ 0.13	
Índice de Innovación en Nutrición del Cultivo (II NC)	SEP	26	0.20 $\pm$ 0.23	0.228
	CEP	38	0.28 $\pm$ 0.27	
Superficie sembrada (has)	SEP	26	8.8 $\pm$ 6.71	0.084
	CEP	38	13.96 $\pm$ 16.32	
Rendimiento (ton ha ⁻¹)	SEP	26	10.54 $\pm$ 1.33	0.065
	CEP	38	9.85 $\pm$ 1.49	
Costos de Producción (\$ ha ⁻¹)	SEP	26	19,069.23 $\pm$ 2,135.56	0.170
	CEP	38	18,210.52 $\pm$ 2,611.39	
Ingresos por hectárea (\$ ha ⁻¹)	SEP	26	36,871.15 $\pm$ 4,637.93	0.065
	CEP	38	34,484.21 $\pm$ 5,217.89	
Utilidades brutas (\$ ha ⁻¹)	SEP	26	17,801.92 $\pm$ 5,338.21	0.222
	CEP	38	16,273.68 $\pm$ 4,521.83	
Relación Beneficio/Costo (R B/C)	SEP	26	1.96 $\pm$ 0.37	0.605
	CEP	38	1.92 $\pm$ 0.31	

Fuente: Elaborado con información de campo

Los indicadores de rendimiento, ingresos, utilidades brutas y relación Beneficio/Costo (R B/C) presentan mayores valores en los productores sin acompañamiento de extensionismo público; sin embargo, destaca que la participación del extensionista contribuye a disminuir los costos de producción en \$858.705 ha⁻¹ de maíz por hectárea cultivada (Cuadro 18).

5.3.2 Los resultados por categorías de productores

Los resultados de la comparación entre categorías de productores (Prueba t-Tuckey), se presentan en el Cuadro 19. De acuerdo con ello, destacan con diferencias significativas entre grupos II G ($p=0.002$), II NC ($p=0.0000004$), superficie sembrada ($p=0.000000000064$) y costo de producción por hectárea cultivada ($p=0.036$). Los índices de innovación II GLOBAL e II NC presentan igual comportamiento entre grupos al mostrar el valor menor en los pequeños empresarios, seguido por los empresarios en transición y el valor mayor en los empresarios comerciales.

Los índices de innovación IIG e IINC presentan una diferencia entre grupos de 0.144 y 0.412, respectivamente; mientras que los costos de producción muestran diferencia entre categorías de \$1,697.115 ha⁻¹. De este modo, los indicadores de innovación y costos presentan mayores valores en los empresarios comerciales, seguido por los empresarios en transición y los menores valores en los pequeños empresarios.

En el tema de superficie es evidente las diferencias entre categorías, además de es el criterio central de agrupación, los promedios en ellas son de 3.148, 11.75 y 40.438 has, para los pequeños empresarios, empresarios en transición y empresarios comerciales, respectivamente.

Los índices de innovación II LC ($p=0.446$) e II MIP ($p=0.584$) no mostraron diferencias estadísticas significativas entre grupos (Cuadro 19), por lo que se concluye que tienen igual comportamiento entre grupos; sin embargo, se desempeñan del siguiente modo:

- II LC tiene los valores más altos empresarios comerciales y el valor menor en los pequeños empresarios.
- II MIP presenta los valores mayores en empresarios en transición, seguido por los pequeños empresarios y el valor más bajo en empresarios comerciales.

Cuadro 19. Comparación de medias de innovación e indicadores productivo y económicos (media±de) entre categorías de productores de maíz riego

VARIABLE	Pequeños empresarios (n=26)	Empresarios en transición (n=30)	Empresarios comerciales (n=8)	Significancia
II GLOBAL	0.272±0.085 ^a	0.368±0.14 ^b	0.416 ± 0.087 ^a	0.002
II LC	0.563±0.17	0.608±0.149	0.625 ± 0.116	0.446
II MIP	0.165±0.106	0.177±0.143	0.125 ± 0.104	0.584
IINC	0.088±0.10 ^a	0.32±0.272 ^b	0.5 ± 0.177 ^b	0.0000004
Superficie sembrada (ha)	3.148±1.21 ^a	11.75±4.785 ^b	40.438±17.666 ^c	0.000000000064
Rendimiento (ton / ha)	9.8±1.81	10.4±1.19	10.0±0.756	0.236
Costos de Producción (\$ha ⁻¹)	17,615.385 ± 2,268.51 ^a	19,176.667 ± 2,589.46 ^b	19,312.5 ± 1,486.547 ^c	0.036
Ingresos (\$ha ⁻¹)	34,286.538 ± 6,343.00	36,586.667 ± 4,163.36	35,000 ± 2,645.751	0.236
Utilidades Brutas (\$ha ⁻¹)	16,671.154 ± 6,111.84	17,410 ± 4,077.89	15,687.5 ± 3,116.06	0.652
R B/C	1.972 ± 0.43	1.929 ± 0.26	1.822 ± 0.21	0.546

Nota: Literales iguales indica que no hay diferencia entre grupos y literales diferentes indican que existe diferencia significativa entre los grupos contrastados; de=desviación estándar.

Fuente: Elaborado con información de campo.

Con respecto a los indicadores de Rendimiento, Ingresos, Utilidades Brutas y R B/C estadísticamente no presentan diferencias entre categorías ($P>0.05$), por lo que se concluye que los variables presentan el mismo comportamiento entre grupos de productores, aun cuando numéricamente presentan las siguientes diferencias:

- Rendimiento, 734 kg ha⁻¹ entre categorías, el mayor valor en los empresarios en transición y el menor en los pequeños empresarios.
- Ingresos, \$2,300.129 ha⁻¹ entre categorías, el mayor valor en los empresarios en transición y el menor en los pequeños empresarios
- Utilidades Brutas, \$1,561.282 ha⁻¹ el mayor valor en los empresarios en transición y el menor en los pequeños empresarios
- R B/C, 0.15 (15 centavos por peso invertido), con los mayores valores en pequeños empresarios y los menores en los empresarios comerciales.

5.4 El impacto del manejo productivo en el ambiente

5.4.1 La fertilidad de suelos

Los resultados de doce reportes de análisis de suelo en parcelas de los municipios de Álvaro Obregón, Queréndaro, Indaparapeo y Morelia se presentan en el Anexo 5. Los valores promedio para las propiedades físico químicas se presentan en el Cuadro 20. Resultados promedio de fertilidad de suelos de doce parcelas de maíz del DDR 092 Morelia.

En base a los criterios establecidos en la NOM-021-SEMARNAT-2000 (sobre las especificaciones de la fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis), se puede afirmar que los suelos de la región de **estudio son de muy buena fertilidad**; presentan pH neutro, con medio contenido de materia orgánica y P; alto contenido de N, K, Ca y Mg; muy alto contenido de B; con contenido adecuado de Fe, Cu y Mn; contenido marginal o casi adecuado de Zn; de textura arcillosa, tipo mormorillonita, de muy alta Capacidad de Intercambio catiónico (CIC), este último parámetro nos indica

la capacidad del suelo para transferir los nutrientes a las plantas y también alta capacidad de retención de humedad.

Cuadro 20. Resultados promedio de fertilidad de suelos de doce parcelas de maíz del DDR 092 Morelia

Variable	Valor promedio (n=12)	Unidad de medida	Fertilidad del suelo				
			Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
pH	6.59						
MO	2.5	%					
N	36.85	ppm					
P-Bray	16.92	ppm					
K	550.22	ppm					
Ca	3304.39	ppm					
Mg	1263.26	ppm					
Fe	13.57	ppm					
Cu	0.58	ppm					
Zn	0.75	ppm					
Mn	6.27	ppm					
B	2.62	ppm					
C.I.C.	40.74	ppm					

Fuente: Elaboración propia con reportes de análisis de suelos

5.4.2 Eficiencia de uso del Nitrógeno (EUN)

Para el grupo de productores estudiado, la EUN calculada promedio es de **30.89** (Cuadro 21), es decir, se obtienen 30.89 kg de grano por cada kilogramo de N aplicado. En terminos globales el 70% del Nitrógeno que se aplica se desecha al ambiente, de ello la mayor parte se pierde mediante lixiviación y volatilización y otra parte queda retenida en el suelo.

Cuadro 21. Estimación de la Eficiencia de Uso del Nitrógeno (EUN) en maíz de riego en el DDR 092 Morelia

No .	FÓRMULA COMERCIAL APLICADA (kg ha ⁻¹)					Aportación Neta de Nutrientes en Fertilización N-P-K (kg ha ⁻¹)				N total disponible (kg ha ⁻¹)*	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	EUN (kg grano kg ⁻¹ N aplicado)
	Superfosfato de Calcio Simple	Sulfato de Amonio	Sulfato Diamonico (DAP)	Sulfato de Potasio	UREA							
	Ca (H ₂ PO ₄)2	(NH ₄)2SO ₄	(NH ₄)2HPO ₄	K ₂ SO ₄	(CO(NH ₂)2	N	P	K	S			
	00-21-00, S12	21-00-00, S24	18-46-00	00-00-48, S17	46-00-00							
1	66	336.66	100	50	559.33	346.0	59.9	24.0	97.2	382.8	10,000	26.12
2		250		50	480	273.3	0.0	24.0	68.5	310.2	9,000	29.02
3		1100	100			249.0	46.0	0.0	264.0	285.9	11,700	40.93
4		400			500	314.0	0.0	0.0	96.0	350.9	10,000	28.50
5		200	50		500	281.0	23.0	0.0	48.0	317.9	11,000	34.61
6	150	650			340	292.9	31.5	0.0	174.0	329.8	10,000	30.33
7		250		50	730	388.3	0.0	24.0	68.5	425.2	10,000	23.52
8		657.54	300	50	413.66	382.4	138.0	24.0	166.3	419.2	11,000	26.24
9	150	250			600	328.5	31.5	0.0	78.0	365.4	12,000	32.85
10	100	250			350	213.5	21.0	0.0	72.0	250.4	10,000	39.94
11	100	200			350	203.0	21.0	0.0	60.0	239.9	11,000	45.86
12		200	50		500	281.0	23.0	0.0	48.0	317.9	10,000	31.46
13		250		50	730	388.3	0.0	24.0	68.5	425.2	10,000	23.52
14		250		50	730	388.3	0.0	24.0	68.5	425.2	9,000	21.17
15	100	250			350	213.5	21.0	0.0	72.0	250.4	8,400	33.55
16		100	200	50	550	310.0	92.0	24.0	32.5	346.9	11,000	31.71
17		250		50	730	388.3	0.0	24.0	68.5	425.2	11,000	25.87
PROMEDIO						308.3	29.9	11.3	91.2	346.2	10,300	30.89

* Incluye N del suelo (36.85kg ha⁻¹) + N agregado en fertilización; Fuente: Elaborado con información de campo

5.4.3 La relación entre el rendimiento y la aportación de N

La literatura refiere que existe un conjunto de factores que determina la eficiencia de los fertilizantes, entre ellos: la variedad cultivada, la fuente de nutrientes, la dosis, la etapa vegetativa, la disponibilidad de humedad, la temperatura, el tipo de labranza, entre muchos otros. En la investigación se comparó mediante regresión lineal simple la relación entre el rendimiento con la aportación de N, encontrando que no existe una relación estadísticamente significativa entre ambas variables (Figura 19), pues la R^2 fue de 0.0188.

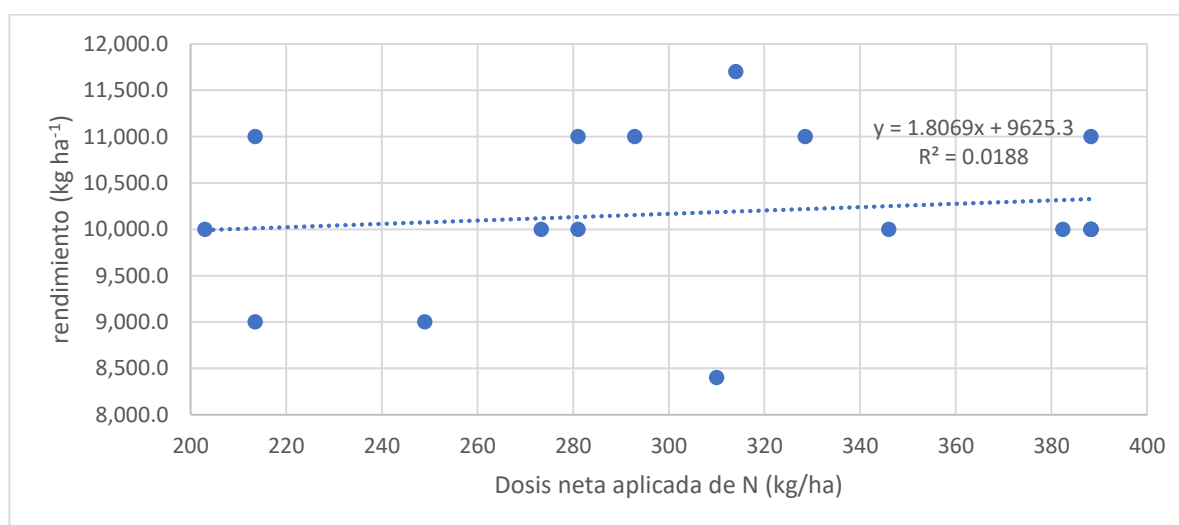


Figura 19. La relación rendimiento-dosis de N aplicada para el área de estudio;
Fuente: elaborado con información de campo

5.4.4 La disponibilidad de agua subterránea (DAS)

En la dinámica hidrológica del acuífero Morelia-Queréndaro, el balance del volumen de agua se integra por las entradas, mediante los afluentes y recargas subterráneas; y por las salidas, mediante la extracción del agua subterránea y desviación de afluentes para riego y consumo humano e industrial, entre los más importantes. Las actividades humanas rompen el equilibrio natural del acuífero en términos de cantidad (disponibilidad) y calidad del agua.

Los informes de los indicadores sobre disponibilidad de agua subterránea del acuífero Morelia-Queréndaro (Cuadro 22) publicados en el DOF, señalan que para diciembre de 2015, existía un déficit de 11.50808 Mm³ anuales de agua,

cantidad que indica que se extrae agua a una velocidad mayor a la de recuperación natural del acuífero.

El déficit informado, ha colocado en condición de veda indefinida al acuífero en su parte central desde 1987. “El acuífero pertenece al Organismo de Cuenca VIII Lerma-Santiago-Pacífico, y es jurisdicción territorial de la Dirección Local Michoacán. Su territorio se encuentra totalmente vedado y sujeto a las disposiciones de cuatro decretos, tres decretos se clasifican como tipo III que permiten extracciones limitadas para usos domésticos, industriales, de riego y otros y uno (Zona del Bajo Balsas) como tipo II que sólo permite extracciones para usos domésticos” (CONAGUA, 2015).

Cuadro 22. Informe de disponibilidad de agua media anual de agua subterránea del acuífero 1602 Morelia-Queréndaro.

Fecha de publicación DOF		20/Abril/2015	04/Enero/2018
Fecha de corte de información		30 de junio de 2014	31/Diciembre/2015
Cifras en millones de metros cúbicos anuales	DNCOM	127.8	127.8
	VCAS	193.326387	170.398208
	VEXTET	162.2	-
	VAPTYR	0	0.0096
	DAS	0	0
	DÉFICIT	-34.426387	-11.507808

Fuente: DOF, 20 abril de 2015 y 4 de enero de 2018 y CONAGUA 2015

Donde:

- R: Recarga media anual
- DNCOM: Descarga natural comprometida¹⁴
- VCAS: Volumen concesionado de agua subterránea, e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDa)
- VEXTET: Volumen de extracción de agua subterránea consignado en estudios técnicos
- DAS: Disponibilidad media anual de agua subterránea¹⁵
- VAPTYR: Volumen de extracción de agua pendiente de titulación y/o registro en el REPDa

¹⁴ Fracción de la descarga natural de una unidad hidrogeológica, que está comprometida como agua superficial para diversos usos o que debe conservarse para prevenir un impacto ambiental negativo a los ecosistemas o la migración de agua de mala calidad a una unidad hidrogeológica (NOM-011-CONAGUA, 2015).

¹⁵ Se define por el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas (NOM-011-CONAGUA, 2015).

Conforme a los resultados presentados, el déficit informado va de 34.4 a 11.5 Mm³ anuales, de acuerdo a la dinámica natural del acuífero. Ante esta situación es muy complejo ampliar la disponibilidad de agua para riego agrícola cualidad que de acuerdo a tendencia de cambio climático puede empeorar y colocar en condición de estrés hídrico a los cultivos de riego en la zona, por lo que es urgente tomar medidas que permitan mejorar la eficiencia del agua de riego.

5.4.5 La calidad del agua

Las actividades agrícolas ejercen influencia en la calidad de agua a través de los fertilizantes y plaguicidas empleados, mismos que mediante diversos procesos son arrastrados y depositados en los cuerpos de agua. El Cuadro 23, presenta resultados de investigaciones identificadas sobre los indicadores de calidad el agua superficial del acuífero Morelia-Queréndaro y de los resultados de los monitoreos del ICA por CONAGUA, Michoacán realizados al Río Grande Morelia durante el período 2012-2016 (Cuadro 23). Con forme a los resultados presentados, en la zona de estudio se observa efecto en gradiente positivo en los indicadores de Nitratos, Fosfatos y DBO y DQO. Los puntos de monitoreo expresan el efecto de las descargas puntuales y difusas al Río Grande de Morelia; en las primeras, el proveniente de las descargas urbanas, industriales; y en las segundas, de fuentes como las actividades agropecuarias.

Cuadro 23. Parámetros indicadores y valores de referencia en materia de agua superficial

PARÁMETRO	VALORES DE REFERENCIA		Soto-Galera et al, 1999*	CONAGUA, 2005*	CONAGUA 2012-2016	Díaz,2013
	NOM-127-SSA1-1994 (DOF, 2000)	Ley Federal de Derecho en Materia de Agua (2007)	*CITADOS POR UNAM-UMSNH (2010)			
Conductividad Eléctrica (C.E.)		1500 μ S/cm				Mayo 2012, C.E>1500 μ S/cm, En la parte próxima a desembocadura del Río Grande
Nitratos (mg L ⁻¹)	10	5 ^{II}	NO ₃ $\leq$ 5 ^{II} , sur del lago NO ₃ > 5 0-5.0, en Cuitzeo y Queréndaro		0.48, 2012 y 0.8, 2017 χ =0.57 (2012-2017)	
Nitrógeno amoniacal (N-NH ₃) (mg L ⁻¹)	0.5	0.06 ^{III}				N-NH ₃ =2-9 mg/l, en las zonas de descargas de Álvaro Obregón y próxima a desembocadura al Lago
Fósforo total (mg L ⁻¹)	-	0.1 ^I , 0.05 ^{III}	P >a 0.05, Indaparapeo P=2.8 y suroeste del Lago 0.11-3.00,		1.51, 2012 1.40, 2017 χ =1.69 (2012-2017)	
Oxígeno disuelto (mg L ⁻¹)	-	4 ^I , 5 ^{III}	OD $\geq$ 5 mg/L III; OD $\geq$ 4 mg/L II: Indaparapeo: OD=0.2 mg/L ^{II}			O.D=7.6 En desembocadura de Río Grande, ene y may 2012
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO (mg L ⁻¹)), CONAGUA**	No contaminada: DBO $\leq$ 3 Contaminada: DBO> 30 $\leq$ 120			DBO> 30 $\leq$ 120, Lago de Cuitzeo, Río Grande y 2 sitios de Morelia	DBO=6.24	Con la reducción del volumen de agua del Río,(Febrero) de modo natural se manifiesta en el incremento de materia orgánica y aumento de DBO.

Continúa...

...Continuación

PARÁMETRO	VALORES DE REFERENCIA		Soto-Galera et al, 1999*	CONAGUA, 2005*	CONAGUA 2012-2016	Díaz,2013
	NOM-127-SSA1-1994 (DOF, 2000)	Ley Federal de Derecho en Materia de Agua (2007)	*CITADOS POR UNAM-UMSNH (2010)			
Demanda Química de Oxígeno (DQO mg L ⁻¹), CONAGUA**	No contaminada: DQO ≤ 10 Contaminada: DQO> 40 ≤ 200 Fuertemente contaminada: DQO > 200		DQO> 40 ≤ 200, Lago de Cuitzeo, Río Grande y 2 sitios de Morelia Capacho DQO≥ 200		DQO=22.3	La DQO>40 mg/l, indicando contaminación por aguas residuales crudas de origen mpal, restringiendo su uso para hortalizas
Sólidos disueltos totales (SDT)	SDT≤1000 mg/l				SDT=44	SDT< 800 mg/l
Solidos suspendidos totales (SST) (mg L ⁻¹),	SST≤1050 mg/l NOM-001-SEMARNAT-1996 para riego SST≤150 mg/l				SST=630 mg/l	
TOX_ <i>Daphnia magna</i> , (UT)	≤1 excelente ; hasta 5				<1	
TOX_ <i>Vibrio fischeri</i> (UT)	≤1 excelente ; hasta 5				2.03	

NOTA: Fuente de abastecimiento, I: Uso público urbano; II: Riego agrícola; III Protección de la vida acuática, agua dulce, incluye humedales (Ley Federa de Derecho en materia de agua). **CONAGUA, disponible: <https://www.gob.mx/conagua/documentos/monitoreo-de-la-calidad-del-agua-en-mexico>; Informe CONAGUA del Índice de Calidad del Agua período 2012-2016 (CONAGUA, 2016 y 2018) y Díaz 2013 (Tesis de Maestría)

Cuadro 24. Comportamiento promedio de los Indicadores de Calidad del Agua (ICA): DQO, DBO5, SST,CF y Toxicidad) en la Cuenca del Río Grande de Morelia, período 2012-2016

CUERPO DE AGUA	NOMBRE DEL SITIO DE MUESTREO	INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA (ICA)					
		DQO mg/L	DBO ₅ mg/L	SST mg/L	CF UFC/100 ml	TOX Daphnia magna, UT	TOX Vibrio Fischeri, UT
Presa Umécuaro	Presa Umécuaro	30.36	9.25	12	68	<1	<1
	Presa Umécuaro 2	31.6	9.5	10	289	<1	<1
Río Grande	Presa Coitzio entrada	36.31	13.04	145	917	<1	<1
Presa Coitzio	Presa Coitzio 1	31	10.3	48	655	<1	<1
	Presa Coitzio 2	30.9	9.9	22	321	<1	<1
	Presa Coitzio 3	33.8	11.1	27	216	<1	<1
	Presa Coitzio 4	30.6	11.5	21	224	<1	<1
Manantial La Mintzita	La Mintzita 1	33.6	16.3	7	675	<1	<1
	La Mintzita 2	18.7	6.97	6	674	<1	<1
	Manantial La Mintzita	31.5	10.2	5	104	<1	<1
Río Grande de Morelia	Cointzio	30.11	13.69	24	700	<1	<1
	CRISOBA Industrial, S.A. de C.V. (Aguas Arriba)	48.60	23.40	25.00	704.00	<1	<1
	CRISOBA Industrial, S.A. de C.V. (Aguas Abajo)	201.72	48.85	58.00	928.00	<1	1.78
	Puente El Frijolar	180.30	43.83	46.70	814.00	<1	1.26
	Río Grande de Morelia-Puente -PT	141.52	53.35	47.00	15348.00	<1	<1
	Puente La Aldea	131.39	58.30	69.00	17470.00	<1	4.25
	Morelia (A) Aguas Arriba	163.20	72.52	72.00	18661.00	<1	3.78
	Morelia (A) Aguas Abajo	123.79	52.45	75.00	18416.00	<1	3.40
	Río Grande de Morelia	66.24	22.30	44.00	16153.00	<1	2.03

Donde: DQO=Demanda Química de Oxígeno, DQBO5=Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días, SST=Sólidos suspendidos totales, CF= Coliformes fecales y TOX= Toxicidad. **Fuente:** CONAGUA Mich, 2018

Nitratos y Fosfatos, el desempeño de la concentración de Nitratos y Fosfatos promedio, durante el período 2012-2017, en nueve puntos del cauce del Río Grande de Morelia, se presentan en las Figuras 20 y 21 (CONAGUA, 2018). Al respecto, la NOM-127, señala que los límites de concentración de Nitratos son de 5 y 10 mg/L en el agua para uso público urbano y riego agrícola, respectivamente; en tanto para fosfatos es de 0.1 y 0.05 mg/l para uso público urbano y para protección a la vida acuática (NOM-127-SSA).

El desempeño de la concentración de Nitratos y Fosfatos en el recorrido del Río Grande de Morelia (Figuras 22 y 23), señalan una tendencia creciente en ambos nutrientes, además es notorio que conforme el cauce del Río Grande se acerca a la desembocadura al Lago de Cuitzeo (punto identificado como Río Grande) el contenido de estos compuestos crece de manera significativa, comportamiento atribuido al arrastre de fertilizantes y materia orgánica de las actividades agrícolas realizadas en la zona de estudio. Aun cuando también se descargan aguas residuales de uso urbano e industrial de la zona estudiada, básicamente el desempeño de los indicadores en el recorrido del Río, permite inferir que dicho incremento es resultado de las descargas difusas de las actividades agropecuarias de la zona próxima a la desembocadura al Lago del Cuitzeo.

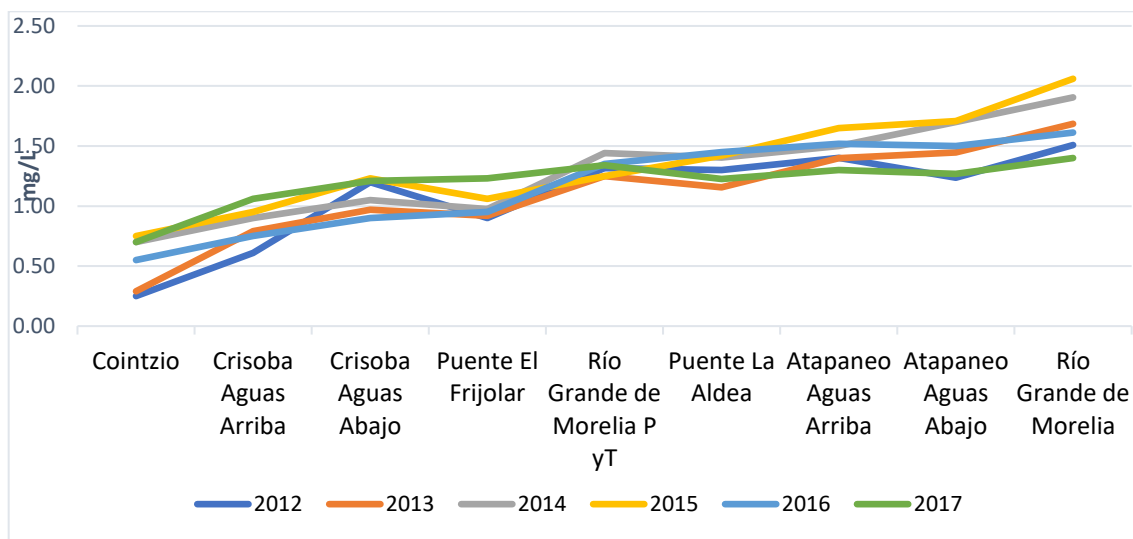


Figura 20. Concentración de Nitratos en sitios del Río Grande de Morelia, valores promedio del periodo 2012-2017, Fuente: CONAGUA, Delegación Michoacán (2018)

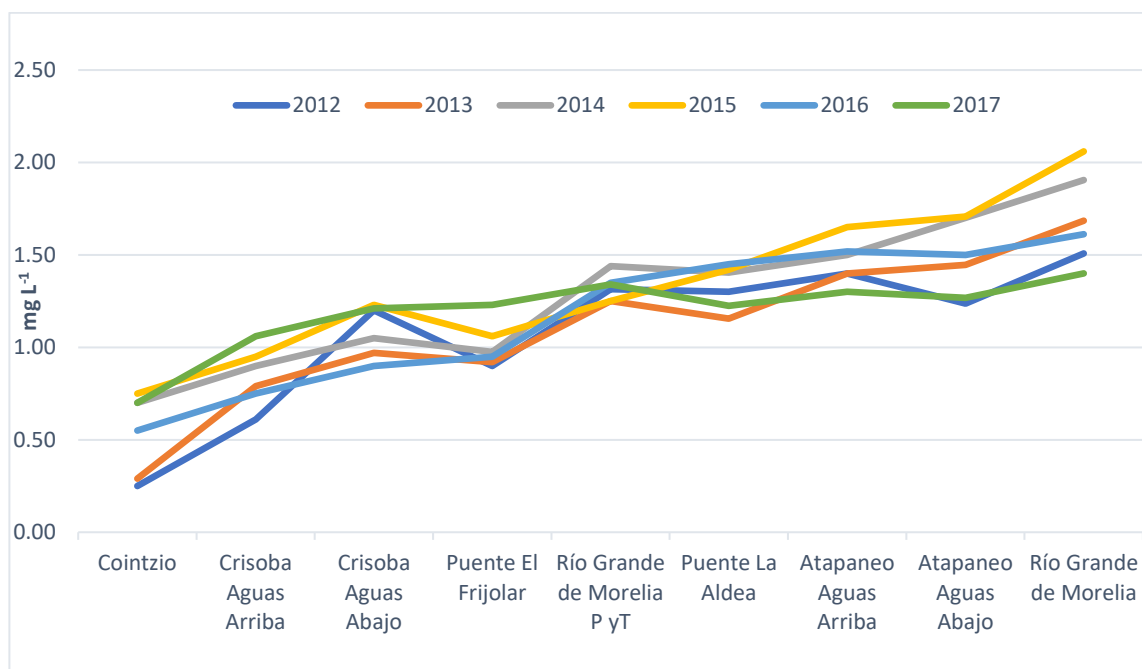


Figura 21. Concentración de Fósforo total en sitios del Río Grande de Morelia, valores promedio del periodo 2012-2017

Fuente: CONAGUA, Delegación Michoacán, (2018)

Los Elementos Potencialmente Tóxicos (PEL). Los resultados documentados en el Atlas del Lago de Cuitzeo (Fernández Lomelin, Sommer Cervantes, & Ponce de León Hill, 2010), señalaron tres áreas diferenciadas en la concentración de contaminantes, presentando un gradiente descendente en las magnitudes de los elementos contaminantes (Zn, Cu y Ni), siendo mayores en sedimentos superficiales que en capas más profundas. Los resultados fueron:

“**La sureste**, con aportes del Distrito de riego y aguas municipales; un aumento en la CE (911 mS cm^{-1}) y concentraciones mayores de Corg (3.9%), P (27 mg kg^{-1}), epóxidos de heptacloro (840 ng g^{-1}), de Zn (90 mg kg^{-1}) y de As (51 mg kg^{-1}) con respecto a los valores de estas mismas variables en el resto del área. Este sitio coincide con el desagüe de la zona agrícola de El Bordo (Distrito de Riego Queréndaro) que es irrigada con agua del Río Grande de Morelia.

La ribera noroeste con menor influenciada de actividades humanas en la zona.

El suroeste, un sitio con concentraciones atípicamente altas de EPT (5150 ngg^{-1}), cuyo origen es desconocido. y Conductividad Eléctrica de 680 mScm^{-1} . Este sitio coincide también con los valores de pH más bajos y una profundidad anormalmente somera (60 cm con respecto a una media de 147 cm) delimitando una acumulación no sólo de EPT, sino también de otros materiales cuyo origen no fue identificado.

Los sitios localizados en el sur del Lago, corresponde a las zonas agrícolas del Valle de Morelia-Queréndaro, la concentración de Epóxidos rebasa fuertemente los límites de la norma, condición que infiere una seria acumulación de plaguicidas y sus derivados en el Lago. Adicionalmente se identificó un incremento de la conductividad eléctrica (CE) asociado al uso de fertilizantes (precursores de eutrofización) y plaguicidas de las actividades agropecuarias de la zona. Aun cuando se identificaron los contaminantes no fue posible precisar su origen. (Fernández Lomelin, Sommer Cervantes, & Ponce de León Hill, 2010)

A modo de resumen, con la información consultada podemos afirmar que existe un fuerte impacto de las actividades antrópicas en la cantidad y calidad del agua de la Cuenca, manifestándose en los siguientes indicadores:

Déficit de la Disponibilidad de agua subterránea reportada en enero de 2018 de 11.5 Mm^3 anuales.

Aun cuando en términos globales la calidad del agua subterránea es aceptable, se identifican puntos específicos que rebasan la norma en concentración de cloruros, bicarbonatos, sulfatos y sodio.

En lo que refiere a la calidad del agua superficial tanto para el Río Grande como para el cuerpo del Lago, se observa un incremento de la contaminación manifestado en:

- DQO, El parámetro indica que para una buena calidad de agua debe mostrar valores menores 20 y como se observa en el Cuadro 24, son superiores a este valor.
- Para DBO₅ menor o igual a 6 para buena calidad, los resultados indican valores que oscilan de 6.4 a 70, quedando en la categoría de contaminada.
- Para SST, $75 < SST \leq 150$, se encontraron valores en rango de 600-885 mg/l, lo que coloca en rango de fuertemente contaminada para su uso en riego agrícola.
- Incremento en la concentración de nitratos, fósforo, nitrógeno amoniacal y Conductividad eléctrica.
- Contaminación de metales pesados y Elementos Potencialmente Tóxicos (EPT) a nivel Cuenca e interior del Lago, así como las rutas de acceso al cuerpo del Lago, mostrando un gradiente descendente en las concentraciones identificadas de las capas superficiales a las profundas.
- Identificación de contaminantes asociados a la agricultura como epóxidos de heptacloro, aumento de la conductividad eléctrica y mayor concentración de carbono orgánico, en la parte Sureste y Suroeste del Lago de Cuitzeo. Además, el uso de agua contaminada para riego también es muy peligrosa dado la acumulación de metales pesados en la cadena trófica.

Conforme a los resultados de los estudios temporales realizados al acuífero “1602 Morelia-Queréndaro”, se evidencia el abatimiento del acuífero de forma paulatina en cantidad y calidad, comprometiendo no solo las actividades productivas sino también la requerida para consumo humano. Sin embargo, identificar que tanto contribuyen las actividades agropecuarias al deterioro implica realizar estudios profundos en el tema, como el realizado por Greenpeace sobre la huella de los plaguicidas en México.

La dinámica, cantidad y calidad del agua de la Cuenca del Lago de Cuitzeo se define por el uso de las aguas superficiales y subterráneas, y en la zona al menos

el 53% de ellas se usa para riego agrícola, por lo que es imprescindible modificar el manejo para reducir las aportaciones de contaminantes a los cuerpos de agua.

5.5 Las diferencias en los procesos de extensionismo en el cultivo de maíz

5.5.1 En las características de los productores

Las estadísticas descriptivas para las variables de edad, escolaridad y experiencia como productor de maíz, fuentes de ingreso y superficie por categoría de productores se presentan en el Cuadro 25. De acuerdo con ello, se observa relación entre el nivel de escolaridad, la edad y el índice de innovación global (IIG) pues a mayor nivel académico la posibilidad de innovar aumenta, lo que se podría atribuir a que pueden tomar decisiones más informadas sobre el manejo y tecnologías empleadas para hacer más eficiente el proceso.

Cuadro 25. Las estadísticas descriptivas por categoría de productor

VARIABLE	PEQUEÑOS EMPRESARIOS	EMPRESARIOS EN TRANSICIÓN	EMPRESARIOS COMERCIALES
Edad	59.3	53.7	54.38
Nivel de escolaridad	4.4	5.3	7.13
Número de integrantes en la familia	5.7	6.2	5.88
Experiencia como productor (años)	33.9	28.2	31
Fuentes de ingresos (1-2 actividades además de agricultura)	88%	84%	75%
Superficie cultivada promedio (ha)	3.148	11.750	40.438
IIG	0.272	0.368	0.416

FUENTE: Elaborado con información de campo

En términos generales, los índices de Innovación más bajos se ubican en los pequeños empresarios, manejan una superficie promedio de 3.14. Por otra parte, en este grupo se identifica mayor versatilidad en las fuentes de ingresos, cualidad que de alguna forma limita su tiempo para dedicarlo a las actividades agrícolas, pues lo ven como una fuente complementaria de ingresos.

Contrastando con las respuestas de los productores sobre las causas de la no adopción de los componentes de las innovaciones (Figura 22), sobresale: por la economía de la UP, la costumbre o tradición, la mentalidad del productor, la edad y la falta de tiempo e interés, entre los más importantes.

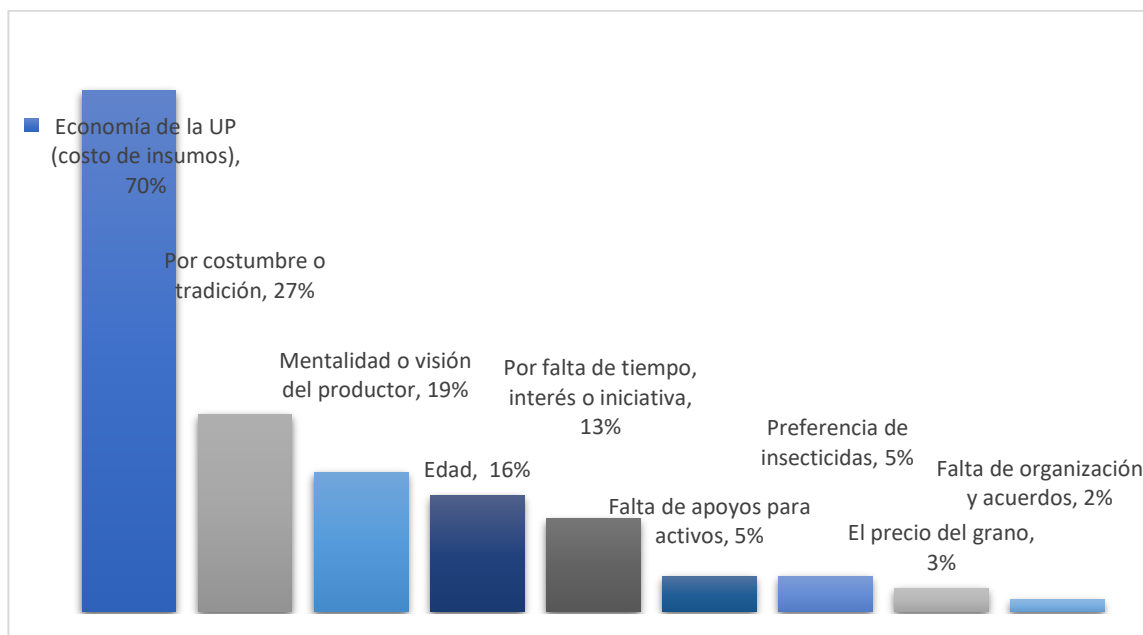


Figura 22. Las causas de la no adopción de los componentes de las innovaciones en maíz riego, DDR 092 Morelia

En lo referente a las fuentes de ingresos de las unidades productivas se encontró que conforme se reduce la superficie también aumenta la necesidad de diversificar las fuentes de ingresos. Las cifras promedio de 2-3 fuentes de ingresos en las UP fueron de 88%, 84% y 75%, para empresarios pequeños, en transición y comerciales, respectivamente.

Aun cuando, no se encontró relación entre el II G y las fuentes de ingreso ($R^2=0.0785$), Cuadro 26 y Figura 25 es notorio que a mayor diversificación de las actividades productivas el índice de innovación se reduce.

Cuadro 26. Las fuentes de ingreso el Índice de Innovación en las UP

No. FUENTES DE INGRESOS EN LA UP	FRECUENCIA	II G PROMEDIO
1	7	0.389
2	29	0.360
3	26	0.302
4	2	0.250
Total	64	0.336

Fuente: Elaborado con información de campo

5.5.2 Las características de las unidades de producción

Destino de la producción. Se encontró orientación comercial de modo dominante en los productores estudiados, destacando además el autoconsumo para quienes también se dedican a la ganadería (61% de los encuestados).

Tenencia de la tierra. Predomina la tenencia ejidal (84%); la privada y renta es significativa en los pequeños empresarios, y dado el tamaño de superficie es más factible la compra o renta; sobre todo, si consideramos que una fuente importante de ingresos en las unidades de producción del estudio son las remesas (25%), pudiendo ser este un factor de “capitalización” importante en este grupo; sin embargo, no muestra mejoras significativas en manejo de suelo (II LC).

En el caso de los registros productivos, 30% de los productores utilizan este elemento, inclinándose a grandes productores, seguido de los medianos y por último los pequeños. Algunos de los argumentos de porque no usan las bitácoras, son la falta de costumbre en el 56% de los casos, el 14% por ser poca superficie y no le ve utilidad o por no escribir bien y el restante 30% atribuye a la falta de tiempo, edad, o es complicado llenarlos.

Productores beneficiarios de programas de extensionismo público, se encontró en términos globales una cobertura del 60% de los productores estudiados, en ello se observa cobertura del 88% en empresarios comerciales, del 73% empresarios en transición y 35% en pequeños empresarios.

Respecto al tiempo de acompañamiento técnico con extensionismo público, se encontró que los productores empresarios llevan más de 8 años con apoyo técnico, en contraste el grupo de pequeños productores es que menor tiempo lleva con el servicio (Cuadro 27). En este aspecto, los lineamientos del extensionismo señalan tiempo mínimo oportuno de atención de productores de 2-5 años y un tiempo ideal al menos de 15-20 años de forma secuencial (IICA, 2018).

Cuadro 27. Tiempo de acompañamiento técnico con extensionismo público en productores de maíz riego, DDR 092 Morelia

Tiempo de acompañamiento (años)	Pequeño	Mediano	Grande
menor a 1	69%	23%	25%
2 - 3	4%	3%	13%
4 - 5	12%	33%	25%
6 - 7	12%	23%	13%
8 - 9	4%	10%	13%
Igual o mayor a 10	0%	7%	13%

Fuente: Elaboración propia con información de campo

Si comparamos el índice de innovación global IIG con el tiempo que llevan los productores con extensionismo público se esperaría que a mayor trabajo de acompañamiento con extensionismo el índice de innovación mejore, situación que coincide a lo encontrado en el grupo de empresarios en transición (Figura 23), donde se observa que existe una tendencia creciente de adopción conforme aumenta el tiempo de acompañamiento técnico, en el caso de los pequeños empresarios el comportamiento es inverso.

En la investigación se encontró mayor frecuencia en el rango de 4-8 años de acompañamiento de extensionismo, por lo que pueden ser considerados como adoptantes tardíos de acuerdo a la teoría de innovación de Rogers (2003).

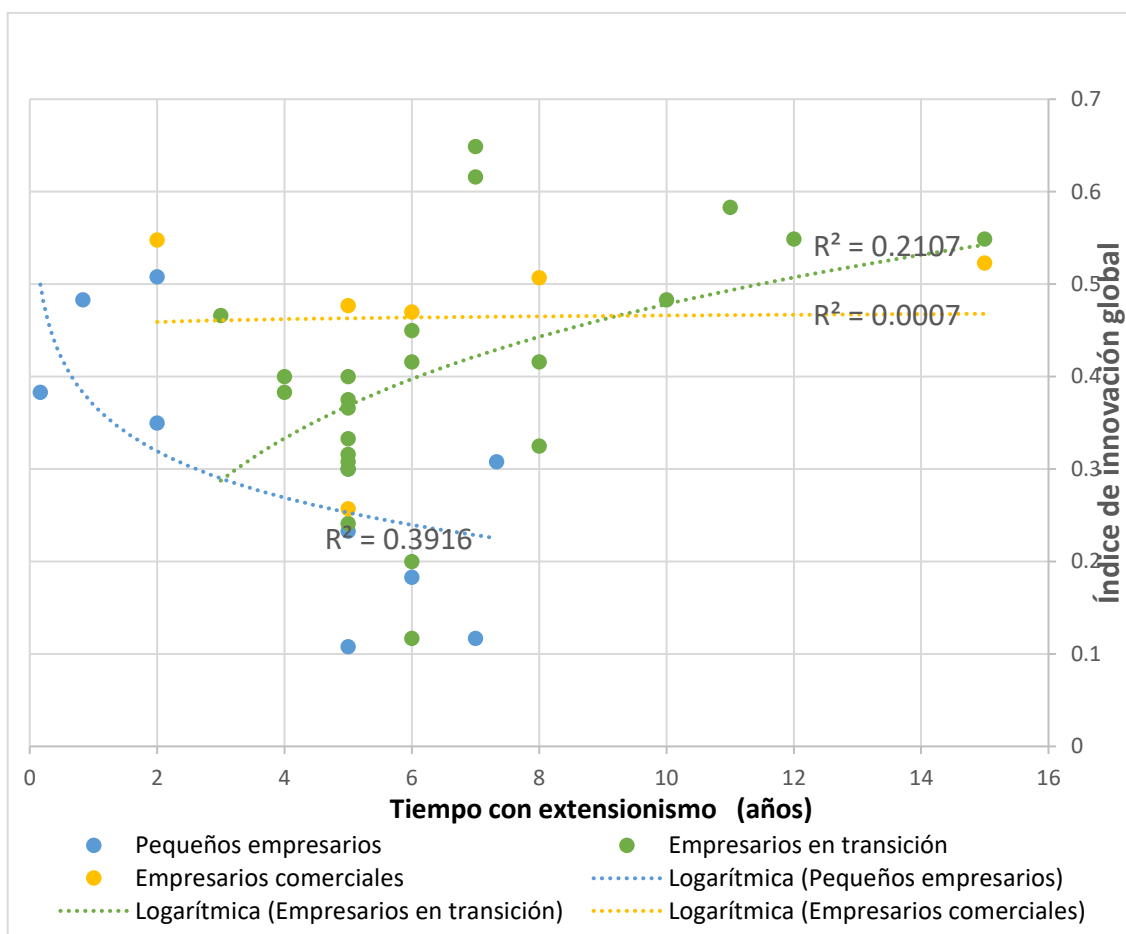


Figura 23. El tiempo de acompañamiento con extensionismo vs Índice de innovación global

5.5.3 El paquete tecnológico aplicado

En esta sección se integra el conjunto de prácticas e insumos aplicados para la producción de maíz en riego, y su efecto en los indicadores de rendimiento y costos de producción. El Cuadro 28, presenta el resumen de prácticas aplicadas por categoría de productor. Las prácticas de preparación del suelo (LC), manejo integrado de plagas (MIP) y Nutrición del cultivo (NC),

Cuadro 28. El manejo productivo por categoría de productor

<i>Práctica</i>	<i>Pequeños empresarios</i>	<i>Empresarios en transición</i>	<i>Empresarios comerciales</i>	<i>Promedio</i>
Uso de semilla híbrida	100%	100%	100%	100%
Labores culturales	69%	67%	25%	63%
Riego rodado	100%	100%	100%	100%
Manejo mecanizado	96%	100%	100%	98%
Tractor propio o implementos	42%	77%	88%	64%
Bodega o silo propio	8%	30%	38%	22%

Fuente: Elaborado con información de campo

Preparación del suelo

Comprende el conjunto de labores de preparación de la cama de siembra (Cuadro 29). En la investigación se encontró que la innovación de labranza de conservación es la que mejores índices de innovación presenta, destacando en ello la no quema, seguida por la incorporación de residuos de cosecha. Por otra parte, es importante mencionar que la rotación de cultivos es la acción menos practicada en los grupos de productores analizados. Dada la tendencia a la intensificación de cultivos que presenta la zona de estudio, es muy frecuente el desvare de modo subsecuente a la cosecha (prácticamente la desvaradora va siguiendo la cosechadora) para dejar lista la tierra para la siembra del ciclo OI, la cual se realiza con trigo en la mayoría de la superficie, rotación gramínea-gramínea que se considera poco eficiente, ya que técnicamente debiera rotarse con cultivos de grupo diferente a cereales. Los productores entrevistados manifiestan su preferencia por trigo por ser una forma de aprovechar los residuos de fertilizantes aplicados en maíz. Por otro lado, parte del patrón de cultivos sembrados en la región depende de los permisos de riego autorizados a los ejidos. Para los productores entrevistados la calidad del agua de riego limita el cambio a cultivos como hortalizas.

Cuadro 29. El manejo de de Labranza de Conservación, Manejo Integrado de Plagas y Nutrición del Cultivo por categoría de productor

No. Actividad o práctica de innovación		Categoría de productor											
		Pequeños empresarios n=26			Empresarios en transición n=30			Empresarios comerciales n=8			Total general n=64		
		F	Índice de innovación	%	F	Índice de innovación	%	F	Índice de innovación	%	F	Índice de innovación	%
LABRANZA DE CONSERVACIÓN (LC)													
1	Realiza nivelación de suelo (escrepa o láser)	12	0.058	6%	21	0.088	9%	6	0.094	9%	39	0.076	8%
2	No realiza remoción de suelo (solo desvare, alineado y remarcado de surcos)	20	0.192	19%	21	0.175	18%	5	0.156	16%	46	0.180	18%
3	Incorpora residuos de cosecha	20	0.192	19%	27	0.225	23%	8	0.250	25%	55	0.215	21%
4	Aplica rotación de cultivos	0	0.000	0%	0	0.000	0%	0	0.000	0%	0	0.000	0%
5	No quema esquilmos de cosecha	25	0.120	12%	29	0.121	12%	8	0.125	13%	62	0.121	12%
Total LC			0.563	56%		0.608	61%		0.625	63%		0.592	59%
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS (MIP)													
1	Cultiva plantas hospederas en cabeceras	0	0.000	0%	0	0.000	0%	0	0.000	0%	0	0.000	0%
2	Realiza limpieza y chaponeo de cabeceras	3	0.012	1%	2	0.007	1%	1	0.013	1%	6	0.009	1%
3	Usa feromonas para gusano cogollero	8	0.031	3%	11	0.037	4%	2	0.025	3%	21	0.033	3%
4	Realiza monitoreo de plagas	14	0.108	11%	15	0.100	10%	2	0.050	5%	32	0.100	10%
5	Realiza monitoreo de insectos benéficos	0	0.000	0%	0	0.000	0%	0	0.000	0%	0	0.000	0%
6	Usa alternativas biológicas: diatomeas, B. turingensis u otro	0	0.000	0%	0	0.000	0%	0	0.000	0%	0	0.000	0%
7	Usa bioplaguicidas (extractos vegetales)	1	0.004	0%	3	0.010	1%	1	0.013	1%	5	0.008	1%
8	Aplica insecticidas conforme a BUMA de SENASICA	3	0.012	1%	5	0.017	2%	2	0.025	3%	10	0.016	2%
9	Usa reguladores de pH en agua	0	0.000	0%	2	0.007	1%	0	0.000	0%	2	0.003	0%
Total MIP			0.165	17%		0.177	18%		0.125	13%		0.169	17%

Continua...

... Continuación

NUTRICIÓN DEL CULTIVO (NC)													
1	Realiza análisis de suelos	1	0.010	1%	11	0.092	9%	7	0.219	22%	19	0.074	7%
2	Usa reguladores de pH en suelo	0	0.000	0%	2	0.007	1%	0	0.000	0%	2	0.003	0%
3	Usa fórmulas balanceadas, conforme a resultados de análisis de suelo	1	0.010	1%	11	0.092	9%	7	0.219	22%	19	0.074	7%
4	Aplica fertilización oportuna (1o. A la siembra, 2o.V6 y 3o. V10)	3	0.012	1%	8	0.027	3%	1	0.013	1%	12	0.019	2%
5	Aplica fertilización mixta (sales y foliares)	14	0.054	5%	23	0.077	8%	4	0.050	5%	41	0.064	6%
6	Elabora y/o usa supermagro	1	0.004	0%	7	0.023	2%	0	0.000	0%	8	0.013	1%
7	Usa lombricomposta o lixiviado de lombriz	0	0.000	0%	1	0.003	0%	0	0.000	0%	1	0.002	0%
Total NC			0.088	9%		0.320	32%		0.500	50%		0.248	25%
INDICE DE INNOVACIÓN GLOBAL (II G)			0.272	27%		0.368	37%		0.416	42%		0.336	34%

F= Frecuencia, Número de productores que aplican; Fuente: Elaborado con información de campo

Uso de semilla híbrida, riego y manejo mecanizado

Para este estudio, no se analizan el comportamiento de estas variables sobre los indicadores productivos y de innovación debido a que presentan un comportamiento homogéneo en los productores estudiados, pues el 100% de ellos usa semilla híbrida, aplica riego rodado y manejo mecanizado en el proceso productivo.

En el tema del agua, constituye uno de los recursos productivos más escasos, sin embargo, en los productores encuestados no se identificaron prácticas de manejo que permitan realizar un uso eficiente en la agricultura.

Labores culturales (deshierbes previo a fertilización)

En la limpieza y chaponeo de cabeceras, se observa una tendencia inversa a la superficie sembrada, y se asume que en el grupo de pequeños productores existe un manejo más holístico de las hierbas al chaponear cabeceras de forma manual por ser pequeñas superficies, conforme la superficie aumenta tiende a ser mayor el uso de herbicidas para resolver de forma sistémica el problema (Cuadro 28).

Nutrición del cultivo

Si retomamos el concepto de nutrición del cultivo, como la acción de aportar los nutrientes en cantidad, calidad y oportunidad requeridas acorde a la etapa de crecimiento de la planta, se asume que la nutrición debe cumplir con las prácticas de: oportunidad, en función de la etapa fenológica del cultivo; cantidad, acorde al balance de salidas y entradas de nutrientes al suelo (rendimiento esperado); y calidad balanceada de nutrientes a la condición específica del suelo y requerimiento del cultivo.

De este modo, un plan de nutrición técnicamente debe partir del conocimiento de la calidad del suelo y de la meta de producción del cultivo. En el grupo de estudio, solo el 30% de los productores realiza análisis de suelo y aplica un esquema de nutrición balanceada, concentrándose la mayoría de los casos en

los productores empresariales, como se observa en el Cuadro 29, seguido por los de nivel intermedio y por último los pequeños productores.

Se identifica un uso incipiente de reguladores de pH de suelos (cal agrícola o yeso), en productores de categoría intermedio, el uso de este criterio se relaciona a problemas específicos de pH para la parcela (acidez o alcalinidad).

En términos globales el uso y/o elaboración de abonos orgánicos (lixiviados, bioles, estiércoles, supermagro y compostas) es poco común entre los productores de la investigación (17 de 64 productores). 23% de los productores intermedios usa supermagro, mientras que los lixiviados tiene uso muy incipiente (3%) en el mismo grupo de productores; en tanto el grupo de pequeños productores utilizó en mayor medida estiércol crudo (15%). En este último caso se esperaría que mayor porcentaje usara el estiércol para mejorar la fertilidad del suelo, pues el 61% de los productores entrevistados además de la agricultura se dedican a la ganadería.

Sobre el tipo de fertilizante aplicado, la fertilización mixta integra el uso de foliares comerciales para potenciar el desarrollo del cultivo, mientras la fertilización química refiere al uso exclusivo de sales minerales en sus diferentes fórmulas comerciales aplicados al suelo. Al respecto, la mitad de los pequeños productores aplican solo fertilización química y el otro 50% fertilización mixta. 73% y 63% del grupo intermedio y grande aplican fertilización mixta, respectivamente. Al indagar con los productores sobre la preferencia de la fertilización mixta sobre la química, mencionan que cuando se trabaja con superficies muy grandes “el tiempo les gana” para aplicar los foliares, por lo que prefieren aplicar solo minerales.

Manejo integrado de plagas

Acorde a la revisión bibliográfica, el MIP integra un conjunto de estrategias de manejo donde las aplicaciones de plaguicidas de síntesis química debieran ser la última opción para el control de las plagas. Los resultados de las acciones que se evalúan para el MIP, indican que en el territorio se privilegian las acciones de control sobre las de prevención y manejo de plagas (Cuadro 29).

Dentro de las acciones de manejo, el chaponeo de cabeceras y el monitoreo de plagas y enfermedades son las actividades más aplicadas. En el primer caso destaca el grupo de pequeños productores (69%), seguida por intermedios con 66% y grandes con 25%.

En el monitoreo de plagas se observa un comportamiento homogéneo para los tres estratos de productores donde el 50% de cada grupo realiza monitoreos de forma cotidiana en el ciclo de cultivo.

Otra actividad sobresaliente en la zona de estudio es el uso de feromonas para el manejo del gusano cogollero, teniendo mayor aceptación en el grupo de grandes productores, seguido por el intermedio y finalmente por el grupo de pequeños productores, con un grado de adopción de 50%, 43% y 23%, respectivamente. En este sentido, es necesario evaluar la eficiencia de la instalación de las trampas, pues en los empresarios comerciales, se instalan, pero también se aplican altas dosis de plaguicidas, lo que puede disfrazar el efecto del manejo de esta tecnología.

El uso de insecticidas con las prácticas de BUMA es una actividad que también presenta oportunidad de mejora significativa pues solo el 15% de los productores afirma respetar las prácticas BUMA en las aplicaciones, en lo referente al manejo y preparación de las diluciones, y manejo de envases vacíos (Triple lavado y disposición en contenedores) y a las medidas de seguridad para el aplicador.

El resto de las acciones de MIP presentan una amplia oportunidad de mejora, pues prácticamente el manejo de las plagas no se realiza a excepción del uso de feromonas.

En resumen, el MIP presenta una gran oportunidad de innovación dado que se observa un reducido índice de innovación en términos globales, no solo por las ventajas económicas del manejo integrado, sino también por los beneficios ambientales y en la salud de la población, incluidos los trabajadores agrícolas.

De acuerdo a los resultados, en plagas y las estrategias se orientan básicamente al control de plagas.

Nivel de activos productivos

Referente al nivel de activos de las UP en el caso de implementos y tractor se identifica menor nivel de activos en los pequeños productores, su disponibilidad es de 42%, en los medianos de 77% y en los grandes productores 88%. Esto corresponde con la lógica empresarial de los grandes productores, en tanto para los pequeños una característica que los define son bajos niveles de capitalización, dadas las bajas utilidades generadas en la agricultura, aun cuando este criterio también puede ser relativo porque en las entrevistas se detectó que algunos de los tractores que dispone el grupo de pequeños productores son producto de remesas.

En tanto, en el caso de la disponibilidad de bodega o silo, se observa un promedio de 22%, con orden creciente del grupo pequeño al grande. Este comportamiento es lógico dados los volúmenes de grano cosechados en los grupos de productores.

5.5.4 En el modelo de extensionismo

El modelo actual del extensionismo público es definido por SAGARPA como modelo con enfoque territorial de innovación, en este modelo se concibe al territorio como un espacio de construcción social, donde es necesario la integración de los agentes de extensión del territorio para diseñar e implementar proyecto o plataforma de innovación con el propósito de gestionar conocimientos en la solución de los diversos problemas productivos. La plataforma de innovación es un plan de acción de acuerdo a las capacidades institucionales de cada agente de innovación, para dar valor de uso al conocimiento y generar desarrollo.

En este proceso, el extensionista asume el rol de asesor técnico y facilitador de los integrantes de las redes de innovación. En la articulación con instituciones de

educación e investigación, en la fase de campo solo se identificó participación activa de INIFAP en el manejo integrado de plagas con los extensionistas de la estrategia MASAGRO (27% de extensionistas); sin embargo, con los del componente de extensionismo de pequeños productores el vínculo institucional es sumamente bajo mediante capacitación de forma esporádica. El extensionismo privado tiene amplia presencia en la zona, para fines comerciales de insumos, básicamente se ocupa de la venta de tecnologías de maximización productiva y de resultados en corto tiempo.

En base a ello se identificó que no existe articulación adecuada entre los esquemas de extensión en el territorio, cada agente actúa de forma aislada, es decir no existen vínculos suficientes que permitan potenciar las capacidades institucionales en beneficio de los productores.

CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La discusión se aborda en igual secuencia a objetivos y resultados: los esquemas de extensionismo del territorio, el índice de innovación, los impactos productivos, económicos y ambientales de las innovaciones aplicadas en el cultivo de maíz riego; y finalmente la explicación de las diferencias encontradas. Este último se aborda a su vez, en el orden de las características socioeconómicas de los productores, de la unidad de producción, del paquete tecnológico y del modelo de extensión, En los casos donde corresponde se hace una confrontación con la información derivada de la literatura disponible.

6.1 Los esquemas de extensionismo

Instituciones de investigación y educación. En los cuatro esquemas de extensión identificados en el territorio prevalece **desarticulación**, en especial el extensionismo de las instituciones de investigación y de educación con el esquema de extensión público; es decir, no existen vínculos sólidos entre el extensionismo y la investigación. Esta situación ha sido descrita en publicaciones de: Aguilar (2004), Manrubio y Altamirano (2008), Rendón *et al* (2015), OCDE (2011) e IICA (2017). En el contexto estatal, los resultados coinciden con Zarazúa (2012) en investigación sobre redes de innovación en maíz en Zamora, Mich, donde se identificó una participación sumamente baja de las instituciones de enseñanza e investigación.

La limitada articulación de los esquemas de extensión, es paradójica al diseño del extensionismo público del Programa de apoyo a pequeños productores, que se sustenta en procesos de gestión del conocimiento como eje central de acción territorial. En ello debieran interactuar “tres tipos de agentes: los centros de investigación y educación, el gobierno como orientador de la política de

innovación y las empresas proveedoras de insumos, los agricultores, y equipos de extensión” (IICA, 2017). Esta posición coincide en la perspectiva del entorno cambiante de la agricultura, donde el principal reto del extensionismo, consiste en mejorar el flujo de información entre los agentes involucrados (Christoplos, 2010). Lo deseable es un trabajo oportuno y articulado, para aprovechar el potencial y capacidades de los agentes de innovación que comparten el territorio.

Respecto a las estrategias de gestión del conocimientos, los **medios de transferencia de tecnologías** usados por las instituciones de investigación y educación, **son insuficientes y limitados** para la población a la que están dirigidos, ejemplo de ello es la publicación de artículos científicos y la participación temporal en esquemas de transferencia, que pueden no ser de acceso universal para una población que apenas lee y escribe; por tanto, el circuito del conocimiento no se concreta para producir desarrollo en la agricultura.

Las instituciones, tienen un rol clave en el desarrollo rural como fuente de conocimientos y tecnologías; sin embargo, en tanto las tecnologías no tengan valor de uso en las realidades productivas, su eficacia queda disminuida a discurso escrito. Es evidente que los esquemas de transferencia de tecnologías no son suficientes, por lo cual es clave integrar equipos con otros agentes de extensión en los territorios de influencia, en ello es básico el **recurso humano de forma permanente** que permita capitalizar los esfuerzos en las metas de desarrollo,

Extensionismo privado. Es el esquema de mayor influencia debido, a la lógica mercantil que impera en los productores, la zona de estudio fue punta de lanza de Revolución Verde en el Estado y actualmente la cultura de alto uso de insumos (semilla híbrida, fertilizantes y plaguicidas) está fuertemente arraigada en el cultivo, pues ofrece resultados **visibles en corto tiempo.**, situación que empata con las tecnologías recomendadas o vendidas por extensionismo privado.

Por su parte, los mecanismos de mercado usados por el extensionismo privado se sustentan en el componente demostrativo y en la recomendación de insumos

de amplia cobertura, que **ofrecen resultados visibles** en el corto plazo en el 100% de los casos, cualidades que ejercen influencia importante en las decisiones de manejo productivo en maíz. En contraparte, solo el 20% de los extensionistas públicos establece plataformas demostrativas, cualidad atribuida al desfase de contrato. En este aspecto se coincide con la bibliografía que indica que el limitado uso del componente demostrativo en los procesos de innovación es una de las principales restricciones del extensionismo público (Rendon *et al*, 2015; IICA, 2017).

Considero que el extensionista privado tiene una posición ventajosa en la oportunidad de su ámbito de acción, favorecida por la cultura del productor de amplio uso de insumos de “resultados en corto tiempo”. En tanto el productor no modifique esta visión, será complicado tener resultados diferentes en los procesos de innovación, por tanto, el reto para el extensionista público es desarrollar la capacidad del productor para la toma de decisiones de modo informado y con elementos técnicos.

Extensionismo público. En los servicios de extensionismo público, se identificó **desfases de contrato** después de siembra mayores a dos meses, esto limita y resta utilidad del conocimiento para los beneficiarios, por otra parte, no existen procesos de actualización institucional o incentivos para fomentar la competitividad; también suma que, aunque en la fase de campo se mencionó como única fuente de ingresos el extensionismo, en la práctica suele ser diferente para compensar la falta de ingresos por períodos prolongados. Este resultado corresponde con lo descrito por IICA (2017), en dos indicadores: en **el índice de oportunidad en la gestión**¹⁶ de apoyos a nivel nacional para 2015 y 2016 fue de 40% y 53% y en Michoacán de 35% y 55%, respectivamente (FAO-SAGARPA, 2015 y 2016); y en **la utilidad del conocimiento**, se menciona que el 30% de los

¹⁶ El índice base 100 se calificó si se cumple: a) la publicación del plan estratégico se realiza antes de finalizar el mes de febrero (10 puntos), b) la publicación de la convocatoria se realiza antes de finalizar el mes de marzo (10 puntos), c) todas las radicaciones de recursos federales se efectúan conforme a convenio (20 puntos), d) todas las radicaciones de recursos estatales se efectúan conforme a convenio (20 puntos), e) la totalidad de pagos mensuales se realiza en el siguiente mes calendario a lo realizado (15 puntos), f) la totalidad de informes finales se entrega antes del 31 de enero del año siguiente (10 puntos) **Fuente especificada no válida.**

beneficiarios del extensionismo del CEIP a nivel nacional no usó los conocimientos adquiridos con la intervención del extensionista porque esta fue a destiempo del ciclo productivo. En los productores de la investigación este aspecto es clave, porque 72% de ellos tiene más de 20 años de experiencia en el cultivo, razón por la cual ya tienen un esquema de manejo bien estructurado y la falta de acompañamiento oportuno puede limitar la adopción.

Por otra parte, el productor espera respuesta en corto plazo de los cambios realizados. En maíz el productor refiere como actividades críticas donde necesita apoyo técnico la fertilización y control de plagas, mismas que tecnológicamente puede resolver con la compra de insumos; sin embargo, su uso requiere conocimientos muy específicos para el monitoreo y control de plagas, así como dosis adecuada, fraccionada y oportuna de fertilizantes. En esta situación sin apoyo técnico, se toma el criterio comercial del extensionismo privado, con las implicaciones ambientales, económicas y de salud, a pesar que existe un cierto nivel de conciencia de los impactos; sin embargo, por el enfoque productivista de manejo se realiza amplio uso de insumos. En este sentido, Aguilar (2004) menciona que los conocimientos incluidos en una tecnología se dividen en dos tipos: tecnología material (insumos y máquinas) y tecnología del conocimiento, esta última requiere de un proceso de aprendizaje y entrenamiento para su apropiación y uso; por tanto, es muy difícil de transferir. Este aspecto es fundamental en la influencia del extensionismo privado sobre el resto de agentes de extensión en la toma de decisiones del productor. Es decir, el extensionismo privado prácticamente abastece la tecnología material, con la cualidad de ser un bien concreto, tangible y de resultados visibles en corto plazo, en tanto el extensionismo público su acción se funda en la gestión de conocimiento, cualidad que se percibe como poco valorada por el productor. La percepción de poca valoración de los conocimientos, y del mismo extensionismo, coincide con lo descrito por OCDE, 2011; FAO-SAGARPA, 2016; e IICA, 2017 y 2018,.

En lo que refiere a las capacidades técnicas, el 100% de los extensionistas tiene profesión afín al sector; adicionalmente, los extensionistas públicos cuentan con

certificación de competencias CONCOCER; sin embargo, se distinguió limitado uso de herramientas especializadas para el trabajo de campo, a esto se suma que solo 18% de los profesionales mantiene comunicación con las fuentes de investigación de forma autónoma, situación que se refleja en la falta de competitividad y oportunidad frente a las estrategias de actualización y venta de insumos usadas por el extensionismo privado. Este tema ha sido señalado como punto de mejora en las evaluaciones referidas anteriormente.

En este sentido, considero que no es falta de capacidad, más bien del factor oportunidad, del extensionismo público frente al privado, pero es necesario explotar el componente demostrativo de las tecnologías innovación y eso requiere de entorno institucional que favorezca los procesos: con oportunidad, calidad, seguimiento y actualización tecnológica, integrados a su vez en un plan de acción de largo plazo con funciones y aportaciones específicas para los participantes.

Cuando se habla de calidad del extensionismo, se hace referencia a la pertinencia, actitud de servicio, acompañamiento oportuno y adecuado, al uso de estrategias de transferencia y comunicación apropiadas, así como al uso de herramientas tecnológicas y de comunicación que permitan al extensionismo público posicionarse en el territorio y ser competitivos frente al esquema privado. Este conjunto de características ideales se ven demeritadas en un plano de acción temporal y sin apoyo institucional de las dependencias que ejecutan y norman los procesos de extensión en la zona de estudio.

En lo que refiere a pertinencia de las innovaciones para maíz riego, al momento que el profesional ingresa, el ciclo productivo se encuentra en franco desarrollo (al menos con 60 días de avance en crecimiento), si consideramos que el ciclo productivo de maíz es de alrededor de 180 días y el periodo de siembra en la zona de estudio va del 15 de marzo al 15 de mayo (Vallejo, Ramírez, Chuela y González, (2004) y Bahena y Velázquez (2012)), cuando el extensionista inicia a laborar una gran parte de las prácticas de innovación ya fueron rebasadas por la etapa de desarrollo del cultivo, por tanto no son factibles de aplicar. Por ejemplo,

en la nutrición balanceada en el mejor de los casos se cubren dos fertilizaciones. En el caso del manejo integrado de plagas solo es factible el uso racional de plaguicidas apoyado en monitoreos, el manejo orgánico requiere de preparar los insumos con anticipación para que esté debidamente fermentados o macerados (en el caso de los extractos vegetales). Lo que sucede en la práctica, es que se preparan supermagro y compostas para el cultivo de trigo en el ciclo de OI o bien para el siguiente año, y en el caso de los orgánicos el seguimiento puede quedar inconcluso, situación que puede desmotivar el uso por el productor. Los efectos de esta condición son reflejados en el limitado uso del componente demostrativo de las innovaciones y los bajos índices de innovación identificados.

Por tanto, hablar de innovaciones sustentables en maíz demanda un ejercicio concreto de compromiso con el productor desde la preparación del suelo a cosecha, de lo contrario el manejo será el convencional asistido por un extensionista. A esta situación se suma la discontinuidad y la incertidumbre laboral que se identificó en la zona de estudio.

El planteamiento del nuevo extensionismo es la gestión de la cadena del conocimiento a nivel territorial, para lo cual es necesario resolver en primera instancia sus limitaciones dentro de las instituciones que lo ejecutan, y planear una agenda de innovación de mediano y largo plazo que permita integrar y potenciar las capacidades de los agentes de extensión del territorio, tarea que recae en las funciones de las Dependencias públicas estatal y federal.

6.2 El índice de innovación

El índice de innovación estimado para los productores de maíz riego fue de 0.336 (de un máximo de uno). En términos prácticos, el índice de innovación estimado para los productores de estudio es bajo; sin embargo, es similar al índice de innovación reportado en productores de maíz temporal en el estado de Guerrero de 0.293 (Pérez, 2016) y superior al de productores minifundistas en Zamora, Michoacán (Zarazúa, 2012) aun cuando son sistemas diferentes (riego y

temporal), dan idea del nivel de innovación para maíz en diferentes manejos productivos, bajo esquema de extensionismo público.

Por otra parte, el IIG estimado para los productores de estudio (en este caso con un valor de 0.336). El IIG fue mayor al índice de adopción de nuevas tecnologías y desarrollo de capacidades estimado en la evaluación nacional del extensionismo (FAO-SAGARPA, 2014, 2015 y 2016), donde se identificó desempeño marginal de innovación, al presentar un valor promedio de 0.15 y 0.12 para el nivel nacional y estatal, respectivamente (Cuadro 30). Estos indicadores sugieren mayor eficacia en el área de estudio en la implementación del extensionismo para fomentar la innovación. También el IIG es similar al informado por MASAGRO en el ejercicio 2013, donde se logró un nivel de adopción de 0.30 a nivel nacional (SAGARPA-CIMMYT, 2013).

Cuadro 30. El Índice de adopción de nuevas tecnologías y desarrollo de capacidades¹⁷

AÑO AGRÍCOLA	Nivel nacional	En Michoacán	En estudio DDR 092 Morelia, maíz riego*
2014	0.16	0.14	
2015	0.16	0.14	
2016	0.12	0.08	0.336
PROMEDIO	0.15	0.12	0.336

Fuente: SAGARPA, 2016,2017 y 2018 (Compendios de indicadores de gestión y resultados, 2014,2015 y 2016) y *resultados de investigación de campo

De acuerdo al desempeño del índice de innovación, en el contexto nacional y de la zona de estudio, considero que existe un bajo nivel de adopción, sin embargo, no quiere decir que no se avance en los procesos de innovación, más bien la velocidad de cambio ha sido muy lento comparado con el proceso de cambio tecnológico con fines productivista de la Revolución Verde, que hasta la fecha en la zona de estudio prevalece. Sin embargo, la calidad de los recursos productivos (suelo y agua) tiende a deteriorarse, lo que implica la necesidad de cambio en

¹⁷ El índice de adopción de nuevas tecnologías integra en su definición acciones de innovación y de desarrollo de capacidades, por tanto, da cuenta de la incorporación de tecnología y del desarrollo de capacidades del productor. Las variables que incorpora son: el nivel de implementación de nuevas tecnologías, nivel organizativo, nivel de encadenamiento hacia atrás y hacia adelante, uso de registros productivos y nivel de acceso a nuevos mercados y clientes (FAO-SAGARPA, 2015).

manejo a otros más sustentables, para mantener niveles de producción aceptables.

Sobre las innovaciones evaluadas. En la innovación de **LC**, mostró el índice de innovación más alto (0.592), este resultado, se ve disminuido por la nula rotación de cultivos encontrada en el grupo de estudio. Para el DDR 092, lo sobresaliente del II LC, es que permite ilustrar el efecto potenciador en el territorio de la interacción de los diferentes agentes de extensión para la innovación, pues la innovación de Labranza de conservación en el territorio, fue difundida e implementada en esquemas de transferencia de FIRA, Fundación Produce Michoacán, INIFAP y programas de extensionismo público (MASAGRO y componente de Extensión del Programa de Apoyo a Pequeños productores), por tanto los resultados no son exclusivos del componente de extensionismo de la SAGARPA., estas fueron en temporalidades diferentes.

La implementación de LC en el territorio inicia en 2005 con el proyecto de agricultura conservacionista en producción de granos en el Valle de Morelia-Queréndaro, coordinado por la Fundación Produce Michoacán; no obstante, en la fase de campo se identificó que actualmente no existe seguimiento, los agentes de extensión públicos siguen difundiendo la innovación en la región. De esta forma, el resultado, es el reflejo del trabajo de diversos agentes en la zona, mismo que coincide con los documentados por IICA (2018), donde la articulación de actores del territorio es elemento clave para dinamizar la innovación.

En esta innovación los resultados se están manifestando en el largo plazo, debido a que los procesos de mejora de la calidad del suelo no tienen efectos inmediatos. Además, hay un conjunto de elementos que de no aplicarse de forma adecuada, puede tener efectos negativos, por ejemplo: aspectos técnicos para el manejo de residuos, control de malezas, fertilización y riego, entre otros, lo cual hace necesarios conocimientos sobre el control de plagas, maleza, enfermedades y equipos, este es un punto importante en la tecnología ya que algunas críticas al sistema de LC son por uso de plaguicidas para control de plagas y malezas. Otro aspecto limitante, es el desconocimiento de aspectos técnicos y la disponibilidad

y costo de equipo especializado como niveladora y sembradora de precisión; los conocimientos arraigados en el movimiento del suelo con implementos de labranza (Arreola *et al*, 2010). Los productores refieren que la nivelación lasser es muy costosa y en la siembra la maquinaria atasca con los residuos de cosecha, lo que implica ajustes manuales para evitar resembrar, cuestiones que elevan los costos de modo significativo, de no tener adecuada orientación técnica es contraproducente para el productor, por tanto, la tecnología es cara y requiere mano de obra especializada y no siempre tiene un manejo adecuado.

En **MIP**, se ubican actividades que pueden expresar resultados de cambios en manejo en corto plazo, donde el monitoreo y el uso de feromonas son las acciones más aplicadas en 50% y 33% de los productores entrevistados, respectivamente. En ellas se requiere de cierto grado de entrenamiento y apoyo técnico, lo que infiere un adecuado proceso de extensión. Sobre el tema es importante decir que el uso de feromonas, los resultados son tangibles o visibles, tanto en la captura de palomillas, como en los costos al bajar de dos a tres aplicaciones de insecticidas durante el ciclo productivo, situación que puede beneficiar su adopción con un adecuado proceso de acompañamiento de extensión.

En el manejo integrado de plagas resulta clave el elemento demostrativo y el trabajo de equipo (investigador-extensionista-productor), donde el productor experimente y desarrolle en su condición, conocimientos sobre el comportamiento de plagas y de los insectos benéficos que interactúan en los ecosistemas, para que pueda tomar decisiones más convenientes en la perspectiva de manejo sustentable, como se ha documentado en esquemas de transferencia tecnológica, como escuela de campo para el MIP (Braun *et al*, 1999). En esta innovación, es importante la visión holística del agroecosistema, donde la meta del manejo es reducir las poblaciones de insectos “plaga” a niveles que no impliquen daños económicos (Arreola *et al*, 2010).

En la innovación de **Nutrición**, tres actividades fueron aplicadas: uso de análisis de suelo y las fórmulas balanceadas conforme a los resultados de este y la

aplicación mixta de fertilizantes. El resto de acciones sin adopción. En esta innovación, el efecto del costo del análisis de suelo puede ser limitante, pues su aplicación se concentra al grupo de empresarios comerciales. Sobre el tema, se ha documentado dentro de los factores para innovar el costo de la tecnología tiene un peso significativo ya que esta debe ser accesible en términos económicos, es frecuente que se perciba como gasto y no como inversión sobre todo en pequeños productores. Esta posición coincide con Pérez (2016), donde argumenta que los costos adicionales en las innovaciones pueden condicionar su adopción.

Referente al **uso de insumos orgánicos (biodegradables o agroecológicos)** para nutrición y control de plagas, se identificó limitada preferencia en maíz riego. Esta cualidad ha sido típica en los cultivos intensivos, en especial en granos, donde históricamente las prácticas tradicionales de manejo han sido desplazadas por insumos de síntesis química (fertilizantes y plaguicidas) fomentadas por el criterio de maximización productiva.

No obstante, en México se reporta un incremento de la superficie agrícola con manejo orgánico, pero esta se orienta a cultivos de exportación principalmente (CIMA, 2017), en contraste también se informa una disminución del uso de abonos orgánicos a nivel nacional, entre 2012 y 2014, pasando de 40.4% a 27.5%, respectivamente (SAGARPA-INEGI, 2015).

Los beneficios del uso de abonos orgánicos en el mejoramiento de la fertilidad del suelo en el cultivo de maíz están ampliamente documentados (Tapia et al, 2013; Fortis et al, 2009; Tapia et al, 2018); sin embargo, su aplicación se reduce casi por completo a cultivos de exportación o bien a superficies marginales de agricultura tradicional (CIMA, 2017)

El uso de insumos orgánicos (biodegradables o agroecológicos) implica un mercado local y regional para su abastecimiento comercial o bien elaboración con tecnología casera o semi industrial, lo cual hace necesaria una adecuada orientación técnica y motivación del productor para innovar, y por otra parte no

se tiene suficiente experiencia y difusión de conocimientos con los productores para uso en superficies extensivas. A nivel territorio, considero que la principal limitante para usar tecnologías orgánicas es la el factor cultural de los productores, dado que existe un fuerte arraigo al uso de insumos de síntesis química y de rápida respuesta.

Por otro lado, en la fase de campo los investigadores mencionan que existen deficiencias en la regulación de los productos orgánicos, situación que complica la calidad de los productos comerciales, lo que repercute en poca aceptación del productor. Adicionalmente, existe poca experiencia en el uso de insumos orgánicos, su uso se reduce a la aplicación de supermagro y estiércol crudo o procesado como mejorador de suelo, a pesar de que se tienen conocimientos y poca experiencia, no se ha explotado el potencial para grandes superficies. A ello se agrega, la creencia del productor de bajos rendimientos en corto plazo, lo que desmotiva su uso. A esto se suma el hecho de no tener un mercado que pague el diferencial de valor por la calidad de la producción.

6.3 Los impactos en los indicadores productivo y económicos

De los indicadores económicos y productivos solo se identificaron diferencias estadísticas significativas en el indicador de costos de producción ($p=0.036$), con una diferencia entre categorías de productores de \$1,697.115/ ha. En ello los empresarios comerciales presentan los costos más altos, seguidos de los de transición y por último, los pequeños empresarios. En este sentido, Herrera (2006) menciona que un productor agropecuario tiende a adoptar las tecnologías donde pueda aplicar los recursos disponibles y ahorrar en donde le son escasos, en ello, la solvencia económica es el factor limitante entre categorías por lo que los grandes empresarios aplican paquete tecnológico completo para obtener mayores beneficios económicos por ciclo productivo.

Por otra parte, se identificó una reducción de costos en productores con acompañamiento técnico de \$858.7ha⁻¹ aun cuando esta diferencia no fue estadísticamente significativa, nos permite realizar un ejercicio de rentabilidad de

la inversión en extensionismo. Para este efecto, consideremos que el sueldo mensual de un extensionista es de \$20,000/mes (RO-SAGARPA, 2018), esta cantidad implica un costo anual de servicios profesionales de \$240,000. (lo deseable es cubrir ciclos de 12 meses).

Si cada profesional atiende un grupo de 30 productores, significa un costo por productor atendido de \$8,000 al año. Esta cantidad, constituye la meta productiva a generar en el proceso de acompañamiento técnico de extensionismo por productor atendido, ya sea en la reducción de costos de producción, en el incremento de rendimiento o bien ambos indicadores. Este debiera ser el planteamiento de un servicio autogestivo, donde los resultados a obtener, aparte del tema económico, reflejen conservación y restauración de los recursos productivos suelo, agua y germoplasma.

6.4 Los impactos en los indicadores ambientales

6.4.1 En la calidad del suelo

De acuerdo a los resultados de los análisis de suelos presentados, los suelos de la región se catalogan como de buena fertilidad. Sin embargo, las prácticas en el manejo intensivo contribuyen a su deterioro en los siguientes aspectos:

La preparación de la cama de siembra, en manejo convencional no se incorpora materia orgánica y su laboreo se realiza con arado de disco y vertedera que compacta y deteriora la estructura del suelo. Además, la pérdida de materia orgánica, expone en mayor medida a la erosión eólica e hídrica; por otra parte, se reduce la fauna edáfica, rompiendo con ello el equilibrio de las poblaciones de organismos que contribuyen a la degradación de materia orgánica y nutrientes, así como la regulación de las poblaciones de insectos plaga.

Reacción ácida del sulfato de amonio. En la fertilización, en el grupo de estudio se identificó una preferencia de sulfato de amonio como fuente de Nitrógeno, en ello la bibliografía reporta que contribuye en doble proporción a la acidificación de suelos respecto a la Urea; sin embargo, este efecto puede ser mitigado por

pH neutro dominante e incluso alcalino en algunos casos, de los suelos de la zona estudiada como se muestra en los reportes de análisis de suelo detallados en el Anexo 5.

Por otra parte, **la eficiencia estimada de uso de Nitrógeno para el grupo de estudio (EUN)** fue de 30.89, cantidad semejante al promedio mundial en cereales de 33% (Verhulst *et al*, 2015), lo cual significa que por cada kilogramo de Nitrógeno aplicado se asimila por la planta alrededor del 31% y el resto se libera al ambiente. Los fertilizantes se generan nitratos y nitritos que van al suelo y al agua; y amoníaco y óxido nitroso que se volatilizan a la atmósfera, a través de las rutas de transformación del ciclo del nitrógeno.

En la literatura se reporta que, la eficiencia del uso de nitrógeno varía de modo importante con las condiciones de suelo, clima y sistema de cultivo, en especial con los parámetros de pH, humedad y temperatura (Estrada, 2001), del tipo de fertilizante aplicado (Estrada, 2001 y Mora *et al*, 2001), la calidad del agua de riego (Mora *et al*, 2007) y el momento y método de aplicación del fertilizante (Verhulst *et al*, 2015), las especies y sus variedades y entre otros.

En la investigación no se evaluaron estos parámetros, pero las referencias indican lo siguiente: a nivel mundial las pérdidas promedio de N por volatilización se estiman en 18% para países en vías de desarrollo, y superiores en agricultura de conservación, debido al aumento de la volatilización del amoníaco e insuficiente incorporación del fertilizante (Verhulst *et al*, 2015). En Tabasco, Estrada (2001) reporta pérdidas por lixiviación y escurrimiento superficial del 15% y por volatilización y desnitrificación el 20%; fertilizantes (comercial, de lenta liberación y orgánico). De este modo, las pérdidas de N al ambiente adquieren importancia económica y ecológica, en el nivel local se perciben los efectos del manejo productivo en el deterioro de la calidad del suelo, particularmente en su fertilidad, en voz del productor: “ahora tenemos que aplicar más sales para que la tierra te siga dando grano, antes no se ocupaba poner tanto fertilizante”.

Aunque el estudio no se cuenta con información del antes y después, la percepción del productor indica necesidad de mayores dosis de N, lo que implica disminución de fertilidad en el suelo. Este panorama se reproduce en el nivel nacional, representando en 2014 en la degradación del 45.2% de los suelos del país (SEMARNAT, 2014 y FAO, 2013). Lo trascendente, es que el 93% de la degradación es atribuido a prácticas inadecuadas en agricultura, ganadería y forestal, y de ello la pérdida de fertilidad participa con el 18% y la salinización con 8% de las tierras de riego (SEMARNAT, 2011).

En el ámbito académico existe polémica sobre los beneficios y contras del uso de fertilizantes en la agricultura. Por una parte, los incrementos de productividad a nivel mundial se atribuyen al uso de este insumo (FAO, 2002); y de acuerdo a los pronósticos de crecimiento de la población mundial, sigue siendo un factor clave para sostener la productividad agrícola para suficiencia alimentaria, condición que exige mejorar la eficiencia de su uso. Pero por otro lado hay diversos estudios que señalan el riesgo de depender de los fertilizantes de síntesis y sus impactos negativos al ambiente (Toledo, 1995; Van der Ploeg, 1999; Altieri y Nicholls, 2010 y González et al 2007).

El principal problema de los fertilizantes de síntesis química es la insostenibilidad de su uso, ya que desde el punto de vista energético requiere de petróleo como materia prima y como fuente de energía para su elaboración, condición que le encarece, de forma continua como insumo; por otra parte, el incremento de la producción se ha asociado a su uso intensivo, lo cual genera dependencia del productor para mantener niveles de productividad aceptables.

6.4.2 En la disponibilidad y calidad del agua

Los indicadores promedio del período 2012-2017 del contenido de Nitratos y sulfatos evaluados en los monitoreos de calidad del agua por CONAGUA, en diecinueve puntos del río Grande de Morelia, expresan una tendencia creciente en el transcurso del tiempo, al modificarse los parámetros de DQO y DBO₅, SST. El aumento de las concentraciones de Nitratos y Fosfatos al agua muestran

referencia concreta del impacto de los fertilizantes usados en las actividades agrícolas en la zona estudiada, a lo cual se suma el efecto del crecimiento poblacional sobre el deterioro de la calidad del agua.

De este modo la **disminución de calidad y disponibilidad agua** se ve afectada de forma significativa, cualidad que tiene un costo en la salud, bienestar de la población, los ecosistemas y en la posibilidad futura de abastecer alimentos. Los resultados corresponden a lo encontrado en diagnósticos realizados en el plano nacional e internacional. En el primer caso se plantea que la agricultura deteriora los recursos hídricos a través de la acumulación de fosfatos y nitratos derivados del uso, de agroquímicos y sólidos suspendidos totales provenientes de la erosión de las tierras. Estos contaminantes, junto a las aguas urbanas e industriales llegan a eutrofizar los cuerpos de agua y reducen la disponibilidad de oxígeno en los ecosistemas acuáticos. (SEMARNAT S. d., Diagnóstico del programa de manejo de tierras para la sustentabilidad productiva, 2014). En el segundo caso, se identificó condición crítica en la calidad de agua de ríos de América Latina y una tendencia a deterioro paulatino debido a los aportes de contaminantes e intensificación del ciclo del agua. En ello la gestión de la escorrentía difusa de nutrientes agrícolas como nitrógeno y fósforo, es considerado el principal desafío de la calidad del agua a nivel mundial (ONU, 2018).

En el tema de los plaguicidas, se identificaron 20 ingredientes activos en los plaguicidas más usados en maíz, entre ellos el Glifosato, de ellos 13 **ingredientes activos altamente tóxicos** son prohibidos en otros países, debido a los daños ambientales y de salud ocasionados.

En la zona de estudio, no se identificaron estudios recientes que den cuenta de la huella de los plaguicidas en el agua y suelo, la más reciente data de 2010, en el Atlas del Lago de Cuitzeo, donde se informa de concentraciones de Epóxidos superiores a la norma, como consecuencia del uso de plaguicidas en las actividades agrícolas (Fernández, Sommer, y Ponce, 2010). Sin embargo, en la fase de campo se ubicaron hasta cinco aplicaciones de plaguicidas para el control

de cogollero, aumentando con ello los riesgos para la salud humana y ecosistemas. En este sentido, los resultados del estudio de la huella de los plaguicidas en México, señalan el proceso de arrastre de los plaguicidas a los cuerpos de agua aledaños y costeros (Arellano, 2016), además de los lugares de aplicación. A lo cual se suma los arrastres y dispersión de contaminantes en los procesos de erosión.

En el caso del Glifosato, se identificó amplia preferencia de uso en los productores del estudio, se encontraron trece nombres comerciales para este plaguicida, lo cual puede ocasionar severos daños al ambiente y salud de la población (Arellano *et al* (2016) y Bejarano, 2017). El Anexo IV, describe las principales características y efectos del uso de este plaguicida, además de que su persistencia en el suelo puede prolongarse por un año y permanecer de modo permanente debido a las aplicaciones sucesivas, incluso durante un mismo ciclo productivo (Okada, Costa, & Bedmar, 2017).

En el tema de los plaguicidas es la limitada regulación del uso de ingredientes altamente tóxicos que están prohibidos en otros países, condición que hace necesario fortalecer la política pública en el tema.

6.4.3 La erosión cultural y biológica

Michoacán, es considerado parte del centro de origen y domesticación del maíz, recociéndose alrededor de 300 razas en América. En el estado convergen tres aspectos peculiares del maíz: el ser centro de origen y domesticación, ser resultado de evolución gradual y experimentar acelerada vulnerabilidad genética. En este proceso 8 de 28 razas michoacanas presentan pérdida de diversidad genética, atribuida a la diversificación y sustitución de cultivos y su reemplazo por maíz blanco híbrido (Carrera Valtierra, Ron Parra, Sánchez González, Sahagún Castellanos, & Márquez Sánchez, 2010)

De esta forma, resulta paradójico que en la zona y grupo de estudio solo se cultiven variedades híbridas comerciales, mismas que han desplazado el uso de

los materiales locales en las zonas de riego, sobrevalorando el criterio de rendimiento sobre otras características deseables y al cultivo de menores superficies de materiales criollos. Ante las implicaciones del cambio climático, es indispensable diversificar y contar con amplia base genética por seguridad alimentaria.

En lo que refiere a la erosión cultural, (García Hilario, Cruz Morales, Castro Ramírez, Hamilton R., & Pacheco Flores, 2016) la definen como “el deterioro o desgaste de conocimientos, prácticas, rituales y manejos de las especies cultivadas y nativas”, pues el cúmulo de conocimientos generados y asociados fueron definidos en tiempo y espacio particular, por lo que su evolución y manejo depende de cómo se producen, reproducen y aplican. En la fase de campo, los productores refieren que dos décadas atrás, ellos seleccionaban la semilla mediante selección visual y actualmente el proceso fue desplazado prácticamente al 100% por los híbridos comerciales (al menos en los productores de la muestra) porque tienen la ventaja del rendimiento sobre el resto de características. Al mismo tiempo también se hace referencia que hay materiales locales con resistencia a la salinidad en el área próxima al Lago de Cuitzeo.

6.5 Las diferencias de los resultados encontrados

6.5.1 Las características de los productores

En las características de los productores no se identificó relación entre los índices de innovación, edad y escolaridad; en estos indicadores los promedios para edad y escolaridad fueron de 56.4 y 5 años, respectivamente. Sobre el tema, existen opiniones encontradas; por una parte, se argumenta que la edad tiene un efecto negativo en la innovación pues a mayor edad se reduce el interés en adquirir y usar nuevas tecnologías ya que existen conocimientos muy arraigados (FAO, 2013; Aguilar 2013 y Borja, 2018). Por otro lado, se menciona que la edad no es factor limitativo, pues la falta de innovación se atribuye a inadecuado proceso de extensión (IICA,2017). Considero que, aunque ambas posiciones son contrarias no se excluyen, debido a que corresponden a la diversidad de realidades del

agro, en donde hay resultados de extensión exitosos en ambos casos. Lo que es un hecho que a mayor edad se reduce el interés para implementar acciones de manejo que demandan esfuerzo, tiempo, recursos monetarios y trabajo adicional, esto corresponde con algunos argumentos de los productores para no innovar, donde los costos de insumos, la costumbre o tradición, la mentalidad y la edad tuvieron una frecuencia de respuestas afirmativas de productores, de 70%, 27%, 19% y 16%, respectivamente.

Por otra parte, el nivel educativo, es considerado por diversos organismos como FAO-CEPAL-ICCA (2013); FAO-SAGARPA, 2012, 2014 y 2015, como un factor clave para detonar la competitividad de los sistemas agroalimentarios, donde los menores niveles de escolaridad constituyen un reto de capacidades para innovar, ya que la adopción de nuevas tecnologías puede estar condicionada al nivel educativo del agricultor, como lo describe Chirinos (2015), esto se traduce en bajo acceso, tanto a información económica como técnico-productiva.

En base a lo anterior, considero que ambos parámetros (edad y escolaridad) no son limitantes para innovar, porque es la realidad del sector rural, sin embargo, en ello se requiere modificar las estrategias para abordar la problemática productiva retomando la experiencia del productor y apoyar la comunicación de experiencias de productor a productor, utilizando el enfoque demostrativo de las innovaciones.

6.5.2 Las características de las unidades de producción (UP)

El grado de organización de las UP, puede contribuir a innovar, ya que en las organizaciones suelen contratar a especialistas en los servicios de asistencia técnica y capacitación para los socios, cualidad que permite potenciar los procesos de innovación. En la investigación se identificó que la organización formal puede ser una palanca de innovación importante, porque establecen acciones de innovación como: análisis de suelos, monitoreos, fertilizaciones adecuadas, como criterio de inclusión a la organización donde el productor accede a financiamiento de insumos y mejores precios de cosecha. En este tema

el 64% de las unidades de producción no cuentan con organización formal. En las entrevistas con proveedores se identificó esta tendencia para las empresas que dan financiamiento a los socios, que representan el 18% de las empresas muestreadas. En este tema, se coincide con opinión de Cáceres, et al, 1997, citado por Orellana (2015), donde se refiere que en la complejidad de procesos de adopción tecnológica, no solo están en juego factores técnico-productivos, en ello participa una compleja red de relaciones sociales donde los sistemas de organización social, que entre otros ejercen importancia central en el entendimiento de los procesos de innovación.

Uso de los registros productivos. El 30% de los productores usan este elemento en su proceso productivo. Al respecto, Cervantes (2017) explica que el uso de los registros o bitácoras de producción puede ser un “elemento potenciador de las mejoras en los rubros de procesos productivos y rentabilidad, pues permite generar experiencia especializada como resultado de un aprendizaje continuo”. En la fase de campo de esta investigación, en grandes productores se percibe mayor conciencia sobre la importancia de llevar la bitácora productiva, ya que permite conocer, medir y tomar decisiones de manera informada.

Las bitácoras productivas son herramienta de trabajo necesaria para toma de decisiones técnicas y económicas del manejo del cultivo. Por ejemplo: en definir los umbrales de acción en manejo de plagas y malezas, las fechas de aplicación, los plaguicidas y dosis usadas, cuantificar los costos de producción, entre otros. Sí el productor no le da valor de uso difícilmente adoptara la herramienta.

6.5.3 Los indicadores de innovación

Retomando los resultados de IIG e IINC, se observó que el mejor desempeño en innovación se ubica en los empresarios comerciales, seguido por transición y finalmente los pequeños empresarios presentaron los valores más bajos de innovación; por tanto, los productores con mayor superficie de cultivo presentan mayores índices de innovación, pues los recursos invertidos implican mayores

riesgos, por lo que demandan tecnologías más especializadas para reducir costos y simplificar el manejo productivo. Estos resultados coinciden con los encontrados con (Mariscal *et al*, 2017) Zarazúa (2012) y Aguilar *et al* (2013), donde se concluye que, en la tipología de productores, el tamaño de la superficie cultivada manifiesta influencia positiva sobre la innovación.

Por otra parte, los empresarios comerciales destacan por la orientación comercial de la producción sobre el resto de los grupos. Este factor también puede favorecer que este grupo en su visión de productividad realice innovaciones en el manejo de la nutrición, debido al peso del fertilizante en la estructura de costos del cultivo. Sin embargo, este grupo, tiene el menor II MIP, lo cual refleja también el efecto del trabajo adicional de las innovaciones y la disponibilidad del tiempo del productor para aplicarlas, pues desarrollan esquemas de producción muy intensivos con poca disponibilidad de mano de obra para realizar tareas manuales, como lo es la instalación y mantenimiento de trampas para cogollero.

6.5.4 El modelo de extensionismo

Históricamente, el extensionismo en México es considerado instrumento de innovación para los agricultores, en primera instancia versó sobre la aplicación de paquetes tecnológicos de amplia cobertura geográfica en un contexto de amplios subsidios, en donde básicamente el proceso de transferencia de las tecnologías era “lineal” del centro de investigación al productor. Actualmente, la agricultura se desarrolla en un contexto complejo, de mercado global donde se demanda competitividad, con recursos naturales afectados por procesos de degradación, con conflictos sociales y políticos, acelerado desarrollo tecnológico y de comunicación, entre otros factores (IICA, 2018). En esta situación el extensionismo asume la tarea de fomentar la innovación en los procesos agropecuarios para incrementar la productividad mediante el uso de tecnologías que permitan la conservación y restauración de los recursos productivos (RO-SAGARPA, 2018).

El modelo de enfoque territorial del extensionismo actual, se funda en los procesos de gestión de conocimientos (IICA, 2017), articulando los agentes para concretar acciones aplicadas en la solución de problemáticas específicas y de este modo estructurar una red de conocimiento (Crhistoplos, 2010).

Tomando estas consideraciones, el extensionismo desarrollado en la zona de estudio mantiene rasgos que lo han caracterizado en su evolución, pues si bien existe un conjunto de actores que interactúan en el espacio físico (formando redes), no existe suficiente articulación que permita focalizar los esfuerzos en los procesos de innovación por parte del productor; por lo tanto, hablar de territorio como espacio de construcción social (Extensionismo de enfoque territorial), donde el nexo vinculante es conocimiento tiene un camino que recorrer en el caso de maíz riego.

Por otra parte, el objetivo del extensionismo es incrementar la productividad mediante innovaciones que favorezcan la sustentabilidad de los recursos naturales, visión que es necesaria para el desarrollo rural actual y futuro, como lo mencionan Ardila (2010); Rendon (2015) e IICA (2015). En esta tarea las innovaciones planteadas son adecuadas (Labranza de conservación, Manejo integrado de plagas y Nutrición del cultivo, entre otras) para contribuir a productividad y a la sostenibilidad de los recursos; sin embargo, en la práctica se estimó un bajo nivel de adopción, sin mejoras (significativas estadísticamente) en indicadores económicos y productivos.

De este modo, los resultados en el extensionismo público, son paradójicos a la concepción del modelo de extensionismo público actual de la SAGARPA.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

Se identificaron cuatro esquemas de extensionismo en el territorio de estudio: público, privado (comercial), instituciones de investigación y el de instituciones de educación superior. En dichos esquemas, el extensionismo privado ejerce influencia preponderante sobre el manejo productivo de maíz, favorecido a los efectos de corto plazo de las tecnologías vendidas.

Existe una desarticulación institucional para la transferencia de innovaciones en los esquemas de extensión, cada uno realiza esfuerzos aislados en la transferencia de las tecnologías e innovaciones, además no existe proyecto territorial que permita integrar y potenciar las capacidades individuales en largo plazo.

La falta de oportunidad, y escaso uso del componente demostrativo de las innovaciones limita el impacto de las acciones de innovación del extensionismo público, además de la perspectiva de maximización productiva del productor (cultura de amplio uso de insumos) también contribuye en los bajos niveles de innovación.

El índice de innovación de los productores de maíz riego del Distrito de riego 092 Morelia fue de 0.336, lo que se considera bajo. Sin embargo, este resultado es mayor con relación a los obtenidos en los contextos nacional y estatal donde se estimaron índices de innovación marginal con 0.15 y 0.12, respectivamente. En el desempeño de las innovaciones analizadas, se ha favorecido la adopción de componentes de las innovaciones que presentan resultados visibles en corto plazo.

Sobre el impacto de las innovaciones, se observó que el acompañamiento del extensionismo no influye sobre los indicadores productivos y económicos, pero sí se mejoran las externalidades ambientales positivas a través de las prácticas de innovación fomentadas.

Las categorías de productores influyen en los indicadores de innovación: IIG, IINC, y costos de producción por hectárea. Los IIG e IINC presentan los valores más altos en la categoría de empresarios comerciales, seguido por los empresarios en transición y los más bajos en los pequeños empresarios.

Los componentes de la innovación más adoptados son los tecnológicos físicos para el grupo de empresarios comerciales (nivelación láser, no remoción del suelo, análisis de suelos y nutrición balanceada), cualidad que expresa la visión de maximización productiva del grupo de empresarios comerciales para la innovación.

En la dimensión productiva, no se existen diferencias significativas para el productor con acompañamiento de extensionismo, ni entre categorías de productores.

En la dimensión económica, los costos de producción mostraron una diferencia entre categorías de productores donde los costos más altos se ubicaron en empresarios comerciales y los más bajos en los pequeños empresarios.

En la dimensión ambiental, se deduce que el manejo productivo utilizado en maíz de riego contribuye al deterioro ambiental en los siguientes aspectos:

- Compactación del suelo e indicios de erosión
- Ineficiencia de uso de N y P derivado de fertilizantes y contaminación consecuente en suelo, aire y agua
- Uso de plaguicidas altamente tóxicos con posibles impactos negativos sobre agroecosistemas y humanos

Con el uso exclusivo de semilla híbrida comercial, se pierden recursos genéticos muy valiosos de los materiales nativos lo que se traduce en una erosión genética y cultural.

A fin de contribuir a una agricultura sostenible, es necesario que se diseñe una política pública de extensión que considere la naturaleza de los ciclos productivos, y plantee plataforma de innovación territorial, donde cada actor asuma acciones concretas para sumar en la estrategia global de innovación para fomentar el desarrollo rural, donde el extensionista se asuma como un facilitador de procesos más que un educador, porque los conocimientos no se extienden, se apropian para que tengan valor de uso en las realidades productivas.

7.2 Recomendaciones

Es necesario generar conciencia sobre las implicaciones de salud y ambientales de los insumos usados en la agricultura es un punto clave para fomentar la innovación. Si el productor no dimensiona las consecuencias del manejo actual, difícilmente innovara en la sostenibilidad de los recursos naturales.

Es recomendable que se defina un modelo de extensión estatal de largo plazo con estrategia de acción concreta e indicadores de resultados, para contribuir a la productividad, conservando o restaurando los recursos naturales. Ello implica integrar a los agentes de extensión del territorio con acciones específicas en su ámbito de acción y recursos disponibles. Las experiencias de éxito en procesos de transferencia de tecnologías están respaldadas con trabajo de equipo de instituciones y agentes porque no hay todólogos, más bien se trata de integrar expertos para potenciar capacidades.

El manejo integrado de plagas demanda de atención urgente, dada la toxicidad de ingredientes activos usados para el control, se identifica poco uso de opciones en manejo de plagas, como biológicos, control cultural, rotaciones, fechas de siembra, cultivo de hospederos, etc. El manejo integrado demanda ir más lejos que solo reducir aplicaciones y dosis, pues exige un compromiso informado de

los participantes, del productor en la toma de decisiones y del extensionista al demandar su orientación oportuna y de calidad, explotando el componente demostrativo de las innovaciones.

Es conveniente potenciar el componente demostrativo de las innovaciones, el productor utiliza la parte práctica y tangible para motivar cambios, esto demanda de un acompañamiento oportuno y adecuado a cada unidad productiva, donde un resultado positivo será difundido por sí mismo de productor a productor y por el contrario, la falta de resultados también desfavorece los procesos de innovación.

Es conveniente continuar con las evaluaciones del extensionismo ya que estas son importantes puntos de referencia sobre el camino recorrido. Sin embargo, también exigen modificar los procesos si se quieren resultados diferentes.

Asimismo, fin de hacer más eficiente la labor de los extensionistas públicos, es apremiante para el ámbito institucional resolver las dinámicas administrativas en la contratación y pago oportuno de los extensionistas.

Para dimensionar efectos ambientales del manejo productivo, es necesario plantear un análisis adecuado con mediciones directas por parte del investigador, situación que en este caso no fue posible abordar debido a la limitación del tiempo.

Una debilidad o limitación que presenta el método de trabajo usado para la presente investigación es que se basó en información proporcionada por los productores y no en mediciones directas, situación que puede influir en los parámetros de las variables cuantitativas analizadas.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilar Ávila, J. (2004). *Transferencia de tecnología en la producción de granos* (Tesis doctoral, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), UACH). Texcoco, Estado de México:.
- Aguilar Gallegos, N., Olvera Martínez, J. A., González Martínez, E. G., Aguilar Ávila, J., Muñoz Rodríguez, M., & Santoyo Cortés, H. (2017). La intervención de la red para catalizar la innovación agrícola. *Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales*, 9-31.
- Altieri, M., & Toledo, V. (2010). La revolución agroecológica de América Latina. Rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino. *Journal of Peasant Studies* XX. disponible en: <http://biblioteca.clacso.edu.ar>, 163-202.
- Ardila, J. (2010). *Extensión rural para el desarrollo de la agricultura y la seguridad alimentaria. Aspectos conceptuales y una visión de futuro*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- Arellano Aguilar, O., & Montero Montoya, R. (2017). Glifosato y los cultivos transgénicos en México. En F. Bejarano González, *Los plaguicidas altamente peligrosos en México* (págs. 153-166). México: Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A.C. (RAPAM).
- Arellano Aguilar, O., Rendón van Osten, J., González Jaúregui, M., Memije Canepa, M., Dzul Martínez, R., & Mercado, R. (2016). *La huella de los plaguicidas en México*. Greenpeacen México, disponible en: <https://agua.org.mx/biblioteca/la-huella-los-plaguicidas-en-mexico/>
- ASERCA (Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo de Mercados Agropecuarios). (2017). *Una visión de la agricultura orgánica en el mundo*. (28 feb 2018). Consultada en <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/275/ca275-3.pdf>:
- Bahena Juárez, F. (2008). *Enemigos Naturales de las Plagas Agrícolas. Del maíz y otros cultivos* (Libro Técnico Núm. 5). Uruapan, Michoacán, México: <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/handle/123456789/635>
- Bahena Juárez, F., & Velázquez García, J. d. (2012). *La agricultura de conservación de riego en el Valle de Morelia-Queréndaro*. Uruapan, Michoacán, México: INIFAP-CIRPAC. Uruapan, Michoacán, México.
- Barrientos, M., & Ryan, S. (2011). *Relación entre extensión, educación y comunicación*. Buenos Aires, Argentina.

- Bejarano González, F. (2017). Los plaguicidas altamente peligrosos: nuevo tema normativo internacional y su perfil nacional en México. *In* Bejarano G.F. *Los plaguicidas altamente peligrosos en México* (págs. 13-138). México: Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México, A.C. (RAPAM).
- Bejarano González, F., Aguilera Márquez, D., Álvarez Solís, J. D., Arámbula Meráz, E., Arellano Aguilar, O., Bastidas Bastidas, P. d., . . . Bentancourt Lozano, M. (2017). *Los plaguicidas altamente peligrosos en México*. Texcoco: RAPAM.
- Bejarano, G. (2002). *La espiral del veneno: Guía crítica ciudadana sobre plaguicidas*. Texcoco, Edo. de México: Red de Acción sobre Plaguicidas y Alternativas en México (RAPAM), disponible en: <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000038169>
- Berdegúe, J. A. (2002). *Las reformas de los sistemas de extensión en América Latina a partir de la década de los 80*. Santiago de Chile: Documento electrónico (consultado 20 sep 2016) https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/13723657560089000818reformasextensionver2.pdf
- Boccolini, M. (2016). *Impacto de la aplicación prolongada de urea sobre la comunidad de bacterias nitrificantes del amoníaco en un suelo argiudol típico de Argentina (Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Córdoba, consultada 02 no-18), Argentina, disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/76>*
- Bolaños Alfaro, J. D., Cordero Castro, G., & Segura Araya, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadore de contaminación causada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). *Tecnología en marcha*, 30(4), 15-27. Obtenido de www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n4/0379-3982-tem-30-04-15.pdf
- Carabias, J., & Landa, R. (2005). *Agua, Medio Ambiente y Sociedad. Hacia la gestión integral de recursos hídricos en México*. México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, El Colegio de México y Fundación Gonzalo Río Arronte. ISBN 968-12-1202-9, 1era edición. México. 221p.
- Carrera Valtierra, J., Ron Parra, J., Sánchez González, J., Sahagún Castellanos, L., & Márquez Sánchez, F. (2010). Diversidad y conservación in situ de los maíces criollos de Michoacán. En J. L. Seefoó Luján, & N. Keibach Baer, *Ciencia y paciencia campesina. El maíz en Michoacán* (págs. 57-71). Zamora, Mich.: El Colegio de Michoacán: Gobierno del Estado de Michoacán - Secretaría de Desarrollo Rural.
- Celaya Michel, H., & Castellanos Villegas, A. (2011). Mineralización de nitrógeno en el suelo de zonas áridas y semiáridas. *terra Latinoamericana*(29), 343-

356. Recuperado el 30 de 11 de 2018, de disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57321283013>> ISSN

Cervantes, R. (2017). *Transferencia tecnológica: implicaciones ambientales y económicas: estudio de caso sobre los efectos del programa de agricultura sostenible en productores de maíz en el municipio de Queréndaro (Tesis de Maestría, CRUCO-UACH), Michoacán, México*. Universidad Autónoma Chapingo.

Chapela y Mendoza, G. (2013). *Conservar la casa. Conceptos y gestión del desarrollo rural sustentable*. UACH. Chapingo, México.

CIMA (Centro de Información de Mercados Agroalimentarios) (2017). Una visión de la agricultura orgánica en el mundo. 3-14.

CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo)(VII. Número 31, abril-mayo 2016). Varios: manejo agroecológico del gusano cogollero del maíz en Jalisco; ...Guanajuato; ...Chiapas; y Querétaro. *Enlace. La revista de agricultura de conservación*, páginas: 6-23, 28-32, 41-45. México.

CIMMYT-SAGARPA (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo y Secretaría de Agricultura, Ganadería,) (2013). *Oferta disponible para implementar Tecnologías MasAgro*. México: SAGARPA-CIMMYT.

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua. (2016). *Monitoreo de calidad del agua*. México, D.F. (26 sep 2018) Consultada en: <https://www.gob.mx/conagua/documentos/monitoreo-de-la-calidad-del-agua-en-mexico>

CONAGUA. (2018). *Comportamiento de la concentración de Nitratos y Fosfatos en el Río Grande de Morelia, período 2012-2017*. Morelia: CONAGUA Delegación Michoacán, Informe de trabajo jefatura de calidad del agua.

CONAPO (Consejo Nacional de Población) (2017). <http://www.gob.mx/conapo>. Recuperado el 20 de Septiembre de 2017

Cram, S., Galicia, L., & Israde Alcántara, I. (2010). *Atlas dela Cuenca del Lago de Cuitzeo: Análisis de su Geografía y Entorno Socioambiental*. Morelia, Michoacán: UNAM, Instituto de Geografía-UMSNH Instituto de Investigaciones Metalúrgicas. Morelia, Michoacán México.

Crhistoplos, I. (2010). *Cómo movilizar el potencial de la extensión agraria y rural*. Roma: FAO-Instituto Danés de estudios Internacionales.

Díaz Rodríguez, L. S. (2013). *Evaluación de la calidad en agua y sedimentos del Río Grande de Morelia, Michoacán (Tesis de Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental, UMSNH)*. Morelia, Mich.

Diccionario-grecolatino. (22 de 05 de 2018). <http://etimologias.dechile.net/>.

Domínguez, V. (2018). *El extensionismo para la innovación y competitividad de la ganadería mexicana*. XLV Reunión Científica de Avances de la investigación sobre producción animal y seguridad alimentaria en México. disponible en: <http://www.ampa.mx/congreso.html> Morelia, Mich

DOF (Diario Oficial de la Federación) (07 de Febrero de 1984). Ley General de Salud, Art. 278.

Idem (20 abr 2015 y 04 ene 2018) Actualización de la disponibilidad media anual del acuífero Morelia-Queréndaro (1602) estado de Michoacán. México, D.F.:

ENCC (Estrategia Nacional de Cambio Climático). Visión 10-20-40. G. d. (2013). México: SEMARNAT. 1era. Edición. México (Consultado 20 nov 2018) disponible en : http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/informacionambiental/Documentos/06_otras/ENCC.pdf

FAO.(Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2018). *FAO.ORG*. Recuperado el 16 de Febrero de 2018, de <http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/pests/ipm/en/>

FAO (Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) (2015). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La innovación en la agricultura. ISBN 978-92-5-308536-1 (edición impresa) Roma, Italia:

Idem. (2016). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria. ISBN 978-92-5-309374-8. Roma, Italia.

Idem. 2016. FAOSTAT. Online Statistical Database (27 nov 2018). disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#country/138>

FAO-SAGARPA (Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (2012). *Diagnóstico del Sector Rural y Pesquero*. México; D.F. 46 p.

FAO-SAGARPA (Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). (2013). *Manejo sustentable del suelo en México*. México, D.F.:

Fernández Granda, L., Crossa, J., Fundora-Mayor, Z., Acuña Fernández, G., Gálvez Rodríguez, G., & Guervara Vázquez, C. (2011). Presencia de la variabilidad Ex situ e In situ en el germoplasma cubano de maíz (Zae mayz

L.) importancia de la complementación de ambos enfoques de conservación. *Cultivos tropicales*, 32(4), 21-34. Recuperado el 27 de 11 de 2018, de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v32n4/ctr04411.pdf>

Fernández Lomelin, P., Sommer Cervantes, I., & Ponce de León Hill, C. (2010). Elementos contaminantes al interior del Lago. In S. Cram, L. Galicia, & I. Israde Alcántara, *Atlas de la Cuenca del Lagode Cuitzeo: Análisis de su Geografía y Entorno Socioambiental* (págs. 244-248). Morelia, Michoacán; México: UNAM-UMSNH.

Fertilizantes), F.-I. (. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. FAO, <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>.

FIRA, (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura) (2016). *Panorama Agroalimentario. Maíz 2016*. México: FIRA.

Freire, P. (1984). ¿Extensión o comunicación? La concientización en el medio rural.. Décimo tercera edición. México: S XXI editores, S.A. de C.V. ISBN 96823-0165-3 en coedición con Tierra Nueva, Montevideo, Uruguay.

García Hilario, F., Cruz Morales, J., Castro Ramírez, A., Hamilton R., T., & Pacheco Flores, C. (2016). Crisis del sistema milpero: la erosión biológica y cultural en en San Juan de las Nieves,. *Revista de Geografía Agrícola*, 113-126.

García Sánchez, E. I. (2012). *El sistema regional de innovación en la agricultura protegida de Tlaxcala* (Tesis de Maestría, CIESTAAM, UACH) Chapingo, Estado de México

Garzón, J., & Cárdenas, E. (2013). Emisiones antropogénicas de amoníaco, nitratos y óxido nitroso: compuestos nitrogenados que afectan el medio ambiente en el sector agropecuario en Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia*, 60. (II), 121-138.

Gittinger, J. P. (1982). *Análisis económico de proyectos agrícolas*. Segunda edición. Tecnos.Madrid, España: 505 pp

Gómez Oliver, L. (1994). *El papel de la agricultura en el desarrollo de México*. Santiago de Chile, Consultado 20 sep 2017. Disponible en: <http://herzog.economia.unam.mx/academia/inae/pdf/inae2/u1l3.pdf>

González Estrada, A., & Camacho Amador, M. (2017). Emisión de gases de efecto invernadero de la fertilización nitrogenada en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(8), 1733-1745. Recuperado el 27 de 11 de 2018, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153822003>

- Hernández, S. y. (2016). Manejo agroecológico de plagas una alternativa viable para una agricultura más sustentable. *Enlace. La revista de agricultura de conservación*, VII(31), 50-53.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) (2018). *Extensionismo con resultado. Estrategias de política pública y sistematización de experiencias de extensionismo rural con enfoque territorial*. México, 153 pp: disponible en: <http://www.iica.int/es/boletines/iica-conexi%C3%B3n-23-0>
- INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2013). Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa 2013. (26 de septiembre de 2018). www.inegi.org.mx. Obtenido de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/territorio/clima.aspx>
- Idem (04 de Octubre de 2018). *Guía para la interpretación de cartografía*. Obtenido de www.inegi.org.mx: www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/EdafIII.pdf
- INIFAP (Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias)(2012). Extracto de Nim, como insecticida alternativo para el combate del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J.E. Smith. Uruapan, Michoacán, México: INIFAP. Recuperado el 26 de Febrero de 2018, de http://www.inifapcirpac.gob.mx/FichasPyS/Fichas_2012/EXTRACTOS%20DE%20NIM.pdf:
- INIFAP-SAGARPA- (2005). *La fertilización en los cultivos de maíz, sorgo y trigo en México*. Celaya, Guanajuato: INIFAP.
- Israde Alántara, I., Velázquez-Durá, R., Lozano García, M., Bischoff, J., Domínguez Vázquez, G., & Garduño Monroy, V. (2010). Evolución Paleolimnológica del Lago de Cuitzeo, Michoacán durante el Pleistoceno-Holoceno. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 345-357, Volumen 62, Núm 3.
- Lal, R. (2000). Physical management of soils of the tropics: Priorities for the 21st century. *Soil Science*, 191-197.
- Lipse, G. y. (1989). *Principios de Economía*. Barcelona, España: .
- López Garrido, R. (2010). *Laboreo de conservación: efectos a corto y largo plazo sobre la calidad del suelo y el desarrollo de los cultivos* (Tesis doctoral). Universidad de Sevilla.. Sevilla, España:
- Mariscal Aguayo, V., Pacheco Cervantes, A., Estrella Quintero, H., Huerta Bravo, M., Rangel Santos, R., & Nuñez Domínguez, R. (2017). Estratificación de los productores lecheros en el Sur de Jalisco. *ASyD 14*., 547-563.

- M.R., A. A. (2017). Glifosato y los cultivos trasgénicos en México. In B. G.F., *Los Plaguicidas Altamente Peligrosos en México* (págs. 153-165). RAPAM. Texcoco, Edo.de México:
- Martínez, D. (s.f.). El concepto de productividad en el análisis económico. (<http://www.critica-azcapotzalco.org/AECA/promotores/archivo%20laboral/eugenia1.pdf>).
- Marx, C. (1946, vigésima reimpresión 1985). *El Capital. Crítica de la economía política* (Vol. Tomo I). México: Fondo de Cultura Económica. 953 pp.
- Muñoz Rodríguez, M., Aguilar Ávila, J., Rendón Medel, R., & Altamirano Cárdenas, J. (2007). *Análisis de la dinámica de innovación en las cadenas agroalimentarias*. Universidad Autónoma Chapingo-CIESTAAM/PIIAI. Chapingo, Estado de México:
- Ocampo López, J. (2006). Darcy Ribeiro: sus ideas educativas sobre la Universidad y el proceso civilizatorio en América Latina. *Rhela*, 8, 137-160.
- OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico) (2011). Análisis del extensionismo agrícola en México. Contexto institucional y panorama del extensionismo y la investigación agrícola –París.
- OEIDRUS, G. d. (27 de septiembre de 2018). www.oeidrus.michoacan.gob.mx/. Obtenido de Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable: www.oeidrus.michoacan.gob.mx/index.php/estabas/estadistica-basica/agricola
- Okada, E., Costa, J., & Bedmar, F. (2017). Glyphosate Dissipation in Different Soils under No-Till and Conventional Tillage. *Science of the Total Environment*, 1352-1359.
- Patzek, T. W. (2004). Termodinamics dof the corn-ethanol biofuel cycle. *Critical Reviews in Plant Siciences*, 519-567. Recuperado el 26 de 11 de 2018, de <http://www.oilcrisis.com/patzek/CRPS416-Patzek-Web.pdf>
- Peña Peña, E. (2007). *Eficiencias del uso del agua en distritos de riego en México*. Jojutla, Morelos: Gaceta IMTA. Número 3, julio de 2007.
- Peña, C. J., Grageda, C. O., & Vera, N. J. (2001). Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: Uso de las técnicas isotópicas (15N). . *Terra*, 51-56.
- Pérez Guel, R., Martínez Bautista, H., López Torres, B., & Rendón Medel, R. (13 de agosto de 2016). Estimación de la adopción de innovaciones en la agricultura. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*(15), 2909-2923. Recuperado el 17 de octubre de 2018, de www.redalyc.org/pdf/2631/263146724002.pdf

- Puente, U. (2015). *Agricultura de conservación: Una alternativa para detener la degradación de los recuesos naturales y ambientales (Tesis de Licenciatura)*. Jiutepec, Morelos: Universidad Politécnica del Estado de Morelos-INIFAP. Campo Experimental Uruapan.
- Pulido, S. J., & Chapela, y. M. (2017). Agroecología en México. Marco de políticas públicas. En E. Sabourín, M. Patrouilleau, J. Le Coq, & L. y. Vázquez, *Políticas públicas a favor de la agroecología en América Latina y el Caribe* (págs. 263-310). Porto Alegre: Editora Evangraf Ltda.
- Quintanilla, M. Á. (2017). *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*. México: Fondo de Cultura Económica. 278 pp.
- Quintero, P. (2014). *Asistencia técnica y pobreza alimentaria. Desafíos para el desarrollo rural*. Texcoco, Edo. de México: Universidad Autónoma Chapingo.
- RALE (20 de 02 de 2018). *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*. Obtenido de <http://www.rae.es/>: <http://www.rae.es/>
- Rendón Medel, R., Roldán Suárez, E., Hernández Hernández, B., & Cadena Iñiguez, P. (2015). Los procesos de extensión rural en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Vol.6 (Núm.1), 151-161.
- Ribeiro, D. (1971). *El proceso civilizatorio: de la revolución agrícola a la termonuclear* (1era. en castellano ed.). (C. E. S.A., Ed.) Buenos Aires, Argentina: Ediciones de la Biblioteca de la Universidad de Venezuela.
- Rogers, E. (2003). *Diffusion of innovations*. New York: Free, 4th edition.
- Romero, P. e. (1986). *La producción agrícola de la Mixteca Oaxaqueña Alta y Baja*. Chapingo, México: UACH.
- Romero, T. (2003). Los agrónomos mexicanos y el control de plagas agrícolas a fines del S XIX y principios del XX. *CIENCIA ergo sum*, 10(3), 333-343. Recuperado el 26 de Febrero de 2018
- RO-SAGARPA. (2013, 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018). *Reglas de Operación de los Programas de la SAGARPA 2014*. México, D.F.: Diario Oficial de la Federación (DOF).
- Rothwell, R. (1994). Towards the fifth-generation innovation process. *International Marketing Review*, 11(1), 7-31.
- Rugels, L., Guaiteiro, B., Saavedra, D., Ariza, C., Noreña, H. E., Betancur, I., . . . Vargas, M. (2013). *Medición de la Innovación Agropecuaria en Colombia*. Medellín, Colombia: Sello Editorial Universidad de Medellín.

- SAGARPA-CP. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Colegio de Posgraduados) (s/f). Manejo Integrado de Plagas. Montecillo, Edfo. de México:
- SAGARPA-SIAP. (05 de 07 de 2017). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2005-2015*. Recuperado el 23 de Enero de 2018, de http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, G. D. (2016). *Compendio de Indicadores de Gestión y Resultados 2014. Componente de Extensión e Innovación Productiva del Programa Integral de Desarrollo Rural*. México: SAGARPA.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, G. D. (2017). *Compendio de indicadores de gestión y resultados 2015. Componente de Extensión e Innovación Productiva. Programa Integral de Desarrollo Rural*. México: SAGARPA.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, G. D. (2018). *Compendio de Indicadores de Gestión y Resultados 2016. Componente de Extensionismo del Programa de Apoyo a Pequeños Productores*. México: SAGARPA.
- Sarandón, S. J., & Flores, C. C. (2014). *Agroecología. Bases teóricas pra el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables* (Vols. 1era, edición). Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de la Plata.
- Saynes, S., & al, e. (2016). Emisiones de gases de efecti invernadero en sistemas agrícolas de México. *Terra Latinoamericana*, 34: 83-96.
- SEMARNAT. (2014). *Diagnóstico del programa de manejo de tierras para la sustentabilidad productiva*. México, D.F.: SEMARNAT.
- SEMARNAT, S. d. (2011). *La estrategia nacional de manejo sustentable de tierras y las acciones de la Comisión Nacional Forestal. Foro Bio Nacional sobre desertificación y Sequía*. México, D.F: SEMARNAT.
- SEMARNAT, S. d. (2014). *Diagnóstico del programa de manejo de tierras para la sustentabilidad productiva*. D.F, México: SEMARNAT.
- SEMARNAT-CP, S. d.-C. (2003). *Evaluació nde la degradación de las tierras causada por el hombre en la República Mexicana*. México: Colegio de Posgraduados.
- SEP. (Secretaría de Educación Pública del estado de Michoacán) (28 de 07 de 2017).. Recuperado de <http://codigo.michoacan.gob.mx/tramites/tramite.php?id=126&Solicitud%20de%20Servicio%20de%20una%20Misi%C3%B3n%20Cultural>

- SIG-INEGI, Servicio de Información Geográfica, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (05 de diciembre de 2017). www.inegi.gob.mx. Obtenido de <https://www.blogger.com/profile/17617543501052467170>
- Solleiro, J., Del Valle, M., & Lina, S. (21 de 05 de 2018). *La innovación tecnológica en la agricultura mexicana*. Obtenido de BANCOMEXT: <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/245/6/RCE6.pdf>
- Solórzano, G. R. (s/f). *Métodos no tóxicos para el control de plagas agrícolas*. Guatemala: ALTERNEC INC.
- Ugalde V, G. (2012). *El extensionismo rural en México*. Obtenido de <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article97903>
- UTTT-INCA-SAGARPA, U. T.-T. (2015). *Evaluación del Componente de Extensión e Innovación Productiva 2014*. México, D.F.: INCA-SAGARPA.
- Vallejo Delgado, H., Ramírez Díaz, L. H., Chuela Bonaparte, M., & González Iñiguez, R. M. (2004). *Tecnología para producir maíz en el bajo michoacano*. Uruapan, Michoacán, México: INIFAP. CIRPAC. Uruapan, Michoacán, México.
- van der Ploeg, J. D. (20 de 09 de 2017). *Agua, imperio y comunidad*. Recuperado el 20 de Septiembre de 2017, de <http://www.jandouwewanderploeg.com/ESP/publicaciones/articulos/>
- Vázquez, M. L. (2007). *Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas agrarios urbanos*. La Habana, Cuba: CIDISAV.
- Velázquez, G., Bahena, J., Baéz, P., & Fregoso, T. (2011). *La labranza de conservación y los indicadores de calidad de suelo en el Valle Morelia-Queréndaro*. Uruapan, Michoacán. México. 56 p.: Folleto Técnico Núm. 29. SAGARPA. INIFAP. Campo Experimental del Pacífico Centro (CIRPAC).
- Velten, S., Leventon, J., Jager, N., & Newin, J. (2015). What Is Sustainable Agriculture? A Systematic Review. *sustainability*, 7833-7865.
- Verhulst, N., Francois, I., Grahmann, K., Cox, R., & Govaerts, B. (2015). *Eficiencia del uso de nitrógeno y optimización de la fertilización nitrogenada en la agricultura de conservación*. CIMMYT.México, D.F.:
- Zamilpa, J., Schwentesius Rinderman, R., & Ayala Ortiz, D. D. (2016). Estado de la cuestión sobre las críticas a la agricultura orgánica. *Acta universitaria. Multidisciplinary Scientific Journal*, 26(2), 20-29.

Zamora, A. I. (2008). *Rentabilidad y ventaja comparttiva: Un análisis de los sistemas de producción de guayaba en el estado de Michoacán*. Morelia, Michoacán: UMSNH. ININEE.

ANEXOS

ANEXO 1. ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PARA PRODUCTORES

• DATOS GENERALES

1) Municipio:	Queréndaro, Indaparapeo, Álvaro Obregón, Sta. Ana Maya
2) Localidad donde vive	

• DEL PRODUCTOR

3. Nombre del productor:	
4. Edad:	5. Género: M ó F
6. Nivel de escolaridad	7. Principal fuente de ingresos:
8. Número de integrantes de la familia (ESPOSA E HIJOS): Cuantos dependen económicamente de usted: Cuantos menores de 15 años: Cuantos mayores de 15 años:	9. ¿De los que viven con usted contribuyen al ingreso familiar?: a. () esposa, b. () hijos, c. () padres, d. () otras personas

•

• DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN (UP)

10. ¿Cuáles son sus fuentes principales de ingresos en su familia, (¿de que vive?), que tan importante es en su gasto?:

PRINCIPAL FUENTE DE INGRESO	IMPORTANCIA EN EL GASTO 1=Muy importante, 2=Necesario , 3= No importante
() Agricultura	
() Ganadería	
() Comercio	
() Remesas (envíos de dólares)	
() Pensionado	
() Otro:	
11. ¿Se encuentra integrado en alguna organización formal? () Legalmente constituido (S.P.R., S.C, S.A,)	

☐ Grupo de trabajo (informal) ☐ Individual
12. Tenencia de la tierra de la superficie cultivada: ☐ Ejidal, ☐ privada, ☐ rentada, ☐ a medias, ☐ otro
13. ¿Lleva registros productivos? ☐ SI ☐ NO, PORQUÉ:

14. En agricultura, ¿qué cultivos siembra y superficie (has), ciclo 2016-2017

CULTIVO	CICLO Primave- ra- Verano (PV) Otoño- Invierno (OI)	SUPERFI- CIE (hectáre- as)	TENENCIA DE LA TIERRA 1=Ejidal, 2=Privada, 3=Rentada, 4=A medias 5=Otro (especificar)	RÉGIMEN DE PRODUCCIÓN 1=Riego, 2=Temporal, 3=Punta de riego	SISTEMA DE PRODUCCIÓN 1=Con yunta 2=Mecanizado, 3=Mixto	RENDIMIENTO (toneladas/hectáre- a)	COSTOS DE PRODUCCIO- N (pesos/hect- área)
MAIZ							
MAIZ							
MAIZ							
MAIZ							
MAIZ							
FRIJOL							
GARBANZO							
AVENA							
JANAMARGO							
SORGO							
TRIGO							
ALFALFA							
OTROS							
TOTAL							

• DEL CULTIVO DE MAÍZ Y EL EXTENSIONISMO

15. ¿Cuántos años lleva como productor de maíz?

16. ¿Por qué siembra maíz?

() Tradición, () Autoconsumo () Para venta () otro, especifique?

17. ¿Recibe asesoría técnica? No (), Sí (), Ocasionalmente ()

18. ¿Quién le da asesoría técnica?

() A un asesor del municipio	() A un vecino o amigo con mismo problema	() A otra institución de investigación: Fundación Produce, CIMMYT, INIFAP,...
() A la casa de agroquímicos	() A alguna institución académica	() A una Agencia de Desarrollo
() A algún extensionista de programas oficiales	() A extensionistas privados o de alguna empresa o despacho	() Al Comité de sanidad vegetal
() Otro, especifique:		

19. ¿Cuáles son las labores más difíciles o complicadas en el cultivo de maíz?

20. ¿En qué actividades es donde más se ocupa la asesoría técnica?

() Preparación del suelo	() Manejo de plagas y enfermedades y malezas	() Poscosecha
() Siembra, selección de semilla	() Cosecha	() otro
() Fertilización		

21. ¿Desde cuándo le asesoran?

- a. ☐ desde mayo-junio de este año
- b. ☐ desde la siembra este año
- c. ☐ 1-2 años antes
- d. ☐ Otro, indicar

22. ¿De qué modo lo asesoran?

- a. ☐ Usted busca la asesoría
- b. ☐ El especialista lo visita
- c. ☐ Otro

23. ¿Qué tan seguido le atienden o visitan el o los asesores técnicos?

- a. ☐ Una vez por semana
- b. ☐ Una vez al mes
- c. ☐ Cada se da un evento de capacitación
- d. ☐ Cuando requieren firmas
- e. ☐ Cada tres meses
- f. ☐ Otro (especificar)

24. ¿El asesor técnico tiene un plan de trabajo?

- a. ☐ SÍ
- b. ☐ NO

25. ¿El técnico que lo atiende lo condiciona para darle la asesoría?

- a. ☐ SÍ, ¿Cómo?
- b. ☐ NO

26. ¿Qué labores del cultivo de maíz, considera que dañan a la ecología?

¿De estas cuáles requiere modificar?

27. ¿La asesoría técnica en qué sentido le ayuda o mejora?

- | | |
|---|---|
| c. Mejorar sus ingresos | SÍ ☐ NO ☐ |
| d. Mayor rendimiento por hectárea | SÍ ☐ NO ☐ |
| e. Menos trabajo | SÍ ☐ NO ☐ |
| f. Mejora la calidad del grano | SÍ ☐ NO ☐ |
| g. Aumenta la dependencia de insumos | SÍ ☐ NO ☐ |
| f. Mayor necesidad económica para los insumos | SÍ ☐ NO ☐ |

28. ¿Qué le SIRVE ó NO LE SIRVE de la asesoría técnica?

UTILIDAD	POCA O NADA DE UTILIDAD

29. ¿Cómo califica la asesoría técnica que ha recibido?

- a. ☐ Buena
b. ☐ Regular
c. ☐ Mala

30. ¿Ha adquirido conocimientos o experiencias nuevas con la asesoría técnica?

- a. ☐ SI, Cuáles:
b. ☐ NO

31. ¿Cuáles son las limitaciones para usar nuevas tecnologías?

- a. ☐ Económica
b. ☐ Otras, indique _____

32. Compra insumos o vende cosecha de manera:

- a. ☐ Individual
b. ☐ Grupo

• SOBRE LAS INNOVACIONES

33. ¿Cuáles son los principales cambios o tecnologías que ha usado en los últimos años?

Preparación del suelo ☐ no quema ☐ análisis de suelos ☐ nivelación laser ☐ incorporación de residuos de cosecha	Uso de agroquímicos y fertilizantes (insumos) ☐ Realiza fertilización oportuna ☐ Realiza monitoreo de plagas y enfermedades ☐ Aplica dosis de insecticidas indicadas en el envase ☐ Aplica extractos vegetales (higuerilla, chicalote, chile, etc.) para control de plagas ☐ Mide pH del agua y suelo, ☐ usa reguladores de pH en el suelo o el agua ☐ Aplica abonos orgánicos (supermagro, compostas, estiércol) ☐ Aplica fertilización mixta ☐ Aplica solo fertilización química	¿Qué tipo de riego realiza? ☐ Rodado en canal revestido ☐ Rodado en canal sin revestir ☐ Otro _____ ¿Cómo determina la cantidad de agua a aplicar en el riego?
--	---	---

Siembra	Labores culturales	Cosecha y almacenamiento
¿Qué tipo de semilla utiliza? ☐ Híbrida ☐ Criolla ☐ Hace selección de semilla	☐ Realiza control de malezas, previo a la fertilización ☐ Manejo de cabeceras con plantas atrayentes de insectos benéficos ☐ Hace chaponeo de cabeceras ☐ Identifica resistencia de malezas a los agroquímicos	¿Cómo determina el momento de cosecha? ¿Cuenta con tractor e implementos? ☐ SÍ, ☐ NO Cuenta con bodega o silo ☐ SÍ, ☐ NO

34. ¿Qué adaptaciones realiza en las tecnologías “nuevas”?

35. ¿Cuáles son las cosas que favorecen o limitan cambiar a nuevas formas de cultivar?

36. ¿De qué manera le dan a conocer nuevas tecnologías o formas de trabajo?

- a. ☐ Por receta o paquete tecnológico
- b. ☐ Con demostraciones
- c. ☐ Con platicas o capacitación
- d. ☐ Talleres
- e. ☐ Por inquietud de experimentar cambios para producir maíz
- f. ☐ Otro

37. ¿Cómo sabe si una tecnología nueva le puede servir?

☐ Efectiva en la solución de problema	☐ Disponibilidad de herramientas o equipo	☐ Disponibilidad de mano de obra
☐ Facilidad de aplicación	☐ Calidad en la orientación técnica	☐ Menor Costo ☐ Fácil aplicación
☐ Beneficios ambientales	☐ Disponibilidad de insumos en la Unidad de producción	☐ Otro

¡Gracias por su apoyo en esta investigación!

ANEXO 2. ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PARA EXTENSIONISTAS

Fecha:	No. Entrevista:
Encuestador:	

• Datos generales

1) Municipio:	
2) Localidad donde se realiza la encuesta:	

• Del agente de extensión

3. Nombre del extensionista:	
4. Cuenta con alguna certificación de competencias	
5. Edad cumplida:	Género: M ó F
6. Dependientes económicos: 1, 2, 3, 4, 5, _____	Menores de 15 años: _____ Mayores de 15 años: _____
7. Nivel educativo (último grado de estudio): _____	Especialidad

8. Experiencia profesional (anotar años / meses)

- a. () De trabajo en el sector rural
- b. () En programas de asistencia técnica
- c. () En el extensionismo

9. ¿Cuáles son sus fuentes de ingresos?

- a. ☐ Solo extensionismo
- b. ☐ Otras actividades,
especifique _____

10. ¿Cuál fue el procedimiento para participar en el trabajo de extensionismo?

Por convocatoria pública, mediante proceso de selección (acreditación de examen)	Por cuenta propia, por interés personal
Por recomendación	Otra
Por valoración curricular y entrevista	

11. ¿Cuáles herramientas de trabajo dispone y usa para su labor profesional?

☐ Automóvil	☐ Proyector
☐ PC	☐ Instrumentos varios: phmetro, penetrometro, prueba rápida de materia orgánica, red de captura de insectos.
☐ Rotafolio	☐ Celular ☐ Internet, ☐ Otros, explique:

12. ¿Cómo concibe el desarrollo rural?

☐ Mejorar los ingresos	☐ Obtener mejor beneficio económico para la empresa o institución
☐ Incrementar la productividad	☒ Convencer a los productores de aplicar opciones tecnológicas para vender más productos y ampliar su mercado e ingresos
☐ Mejorar la calidad de vida de los productores	☐ Ganar votos a favor de algún candidato

13. ¿Qué hace para abonar al desarrollo rural?

14. ¿Qué herramientas técnicas y de método para el trabajo de campo emplea?

- a. ☐ Establece rutas de recorrido
- b. ☐ Integra equipos por ubicación de parcelas
- c. ☐ Hace programación semanal, quincenal, mensual
- d. ☐ Establece parcelas o lotes demostrativos
- e. ☐ Hace acuerdos con el representante del grupo o con el productor líder para convocar a reuniones
- f. ☐ Establecen compromisos de reuniones, convocatoria, lugar, día y horario
- g. ☐ Da recetas en las visitas a campo

15. ¿Recibe algún curso o capacitación con los elementos necesarios para desarrollar el trabajo de campo?
- ☐ A inicio de su contratación lineamientos de informes, indicadores de avances, línea base.
 - ☐ Cuantos cursos de actualización recibe durante el periodo de contratación y sobre qué temas:
16. ¿Cómo selecciona las unidades de producción o productores a atender?
17. Cómo se definen las innovaciones a aplicar
- ☐ De acuerdo a los conocimientos o experiencia del productor
 - ☐ De acuerdo a la problemática general (del grupo) identificada en diagnóstico
 - ☐ De acuerdo a las necesidades de la Unidad de producción
 - ☐ Se basa e paquete tecnológico recomendado en la región
 - ☐ Realiza ajustes a cada unidad de producción
18. En qué etapa del proceso productivo es más importante la asistencia o asesoría técnica:
- ☐ Preparación del suelo
 - ☐ Siembra
 - ☐ Desarrollo vegetativo
 - ☐ Fertilización
 - ☐ Control de Plagas
 - ☐ Cosecha y almacenamiento
19. Las metas del proceso de asesoría técnica están planteadas en:
- ☐ En corto plazo, ☐ Mediano plazo, ☐ Largo plazo
20. ¿Cuál es la mayor problemática productiva de los productores de maíz del territorio?
21. ¿Cuáles son las tecnologías que usted recomienda? y ¿qué instrumentos emplea para su seguimiento y evaluación?
22. ¿Cada cuando visita a la UP para dar el seguimiento?
23. ¿Cómo determina la eficacia de las recomendaciones técnicas?
24. ¿Cuáles son los indicadores de resultados que aplica para evaluar el impacto de las acciones realizadas en el proceso productivo?
- ☐ Rendimiento
 - ☐ Costos
 - ☐ Has beneficiadas
 - ☐ Has monitoreadas
 - ☐ Trampas colocadas

25. ¿Cuáles son las diferencias en las recomendaciones técnicas que usted emite respecto a la casa de agroquímicos?

() Económicas, () Tecnológicas, () Otro

26. ¿Qué ventajas y desventajas representa para el productor las tecnologías recomendadas?

- a. Accesibilidad técnica
- b. Mejora de productividad
- c. Costo
- d. Cuidado de los recursos naturales (suelo y agua)
- e. Dependencia de insumos externos
- f. Requerimientos de fuentes de financiamiento o crédito

27. ¿Cuáles son los efectos ambientales de los cambios propuestos?

Plagas y enfermedades	Eficacia de control, residuos tóxicos y acceso al mercado
Agua	Contaminación y eficiencia de uso
Suelo	Contaminación, erosión y acidificación
Malezas	Introducción, desarrollo y resistencia
Aire	Contaminación

28. ¿Cuáles son las ventajas de trabajar como extensionistas?

29. ¿Cuáles son las desventajas de trabajar como extensionistas?

30. ¿Qué propondría para mejorar la eficiencia o calidad del servicio de extensión o asesoría?

- a. () Tiempo que se dedica a la labor de extensionismo
- b. () Capacitaciones
- c. () Asesoría en campo
- d. () Monitoreo
- e. () Integración de informes
- f. () Reuniones de trabajo
- g. () Reuniones administrativas
- h. () Los procesos de pago y contratación

31. ¿Qué innovaciones son las más necesarias de implementar en el territorio?

32. Se revisa las buenas prácticas BUMA:

- a. () Sí, Cuáles: _____
- b. () NO,
- c. ¿Cuál es el problema del uso de químicos?

33. ¿Qué alternativas para el manejo de plagas usa antes de recomendar venenos?
- ☐ Controles físicos: Chaponeo de cabeceras, colocación de plantas atrayentes, feromonas
 - ☐ Control biológico: Liberación de insectos benéficos, otros
 - ☐ Control químico:
34. ¿Basa las recomendaciones de insecticidas en controles de monitoreos?
- SÍ ☐ ó NO ☐
 - ☐ Que insecticidas son los más usados
35. En qué basa las recomendaciones de fertilización
- ☐ En análisis de suelo: SÍ ☐ ó NO ☐
 - ☐ En el desarrollo vegetativo (color y estructura de la planta), ☐ Otra
36. ¿Qué insumos orgánicos elabora o induce con los productores?
- SI ☐ ó NO ☐
 - ¿Cuáles?
 - ☐ Extractos vegetales (ajo, chile, otros)
 - ☐ Caldos sulfocálcicos
 - ☐ Foliares (supermagro)
 - ☐ Compostas
 - ☐ Lombricomposta
 - ☐ Estiércol procesado
 - ☐ Estiércol crudo
37. ¿Se utilizan los insumos locales para la elaboración de orgánicos?
- SÍ ☐ ó NO ☐
 - ¿Cuáles?
38. ¿Cómo se define la lámina de riego?
39. ¿En qué etapa inciden las recomendaciones técnicas realizadas?
40. ¿Qué tan conveniente es que el productor asuma riesgos de cambios?
41. ¿Algún comentario libre?

¡Gracias por su apoyo en esta investigación!

ANEXO 3. ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA PARA PROVEEDORES DE INSUMOS (SEMILLAS, FERTILIZANTES Y PLAGUICIDAS)

Fecha:	No. Entrevista:
Encuestador:	

I. DATOS GENERALES

1) Municipio:	Santa Ana Maya, Indaparapeo, Álvaro Obregón, Morelia
2) Localidad donde se realiza la encuesta:	

II. DEL PROVEEDOR

3. Nombre de la empresa:	
4. Contacto:	
a. Dirección: b. Teléfono y/o correo electrónico: c. Cuando y donde se fundó la empresa	
5. Experiencia en el sector agropecuario ☐ Investigador ☐ Academia ☐ Profesional en lugar relacionado (¿Cuál?) ☐ Comercializador de granos ☐ Asesoría Técnica ☐ Empleado de programa de gobierno ☐ Despacho privado de asesoría técnica ☐ Otro	¿Cómo y por qué esta en este negocio?
6. Quién atiende el negocio es: ☐ Dueño, ☐ Familiar directo ☐ Empleado a. ¿Desde cuándo: años / meses?	b. Último grado de estudios: c. Profesión:

III. SOBRE LOS SERVICIOS OFERTADOS A PRODUCTORES

7. En qué consisten sus servicios al productor:

() venta de productos, () financiamiento, () asesoría técnica, () compra de la cosecha, () capacitación, () otro

8. Aproximadamente a cuantos productores da asistencia técnica de manera regular (sus clientes)

9. ¿Se actualiza sobre nuevas tecnologías o insumos agrícolas? () SI, () NO
¿Cómo o dónde?

10. Realiza actividades de difusión o capacitación () SI, () NO

Cuáles: () días demostrativos, () talleres, () Giras, () Otro _____

IV. DE LAS RECOMENDACIONES TÉCNICAS

11. ¿Usted: () vende lo que le piden o () más bien le consultan?

12. ¿Aproximadamente qué proporción de unos y otros? () venta o () consulta (recomendación)

13. ¿Hay alguna política de la tienda para proporcionar asesoría?

14. ¿Los proveedores le exigen o recomiendan que proporcione asesoría?

15. ¿Cuáles son los criterios que usa para las recomendaciones técnicas para semillas?

- a. ¿Existen preferencias de variedad por régimen temporal o riego?
- b. ¿En qué basa la recomendación de la variedad de grano a utilizar?
- c. ¿Cuál es el rango de precio de la semilla?
- d. ¿Cuáles son los híbridos o variedades más vendidas?
- e. ¿Cuál es la densidad de siembra más usada?
riego _____ temporal _____

16. ¿Cuáles son los criterios que usa para las recomendaciones técnicas para fertilizantes?

- a. ¿Cuáles son los fertilizantes más buscados?:
 - i. () Sulfato de amonio
 - ii. () Urea
 - iii. () 18-46-00
 - iv. () Triple 17
 - v. () Otros _____
- b. ¿Manejan fórmulas de fertilización preparadas?: () No; () Sí;
¿Cuáles? _____
- c. ¿Cuál es la dosis promedio que se recomienda por hectárea en fertilizantes:
 - i. en sales? _____
 - ii. y en foliares? _____

- d. ¿En qué basa las recomendaciones de fertilización?
- e. ¿Manejan reguladores de pH?, No ____; Sí ____
- f. ¿Qué tanto se prefieren por el productor los reguladores de pH?
- () Nada
- () Poco
- () Regular
- () Mucho ____
- ¿Cuál es el más buscado?: _____
- g. ¿Qué tanto se prefiere por el productor (poco, mucho, nada)?
- Cal agrícola ____; Yeso ____; Otro ____.
- h. ¿Qué fertilizantes orgánicos distribuye?
- i. () bioles,
- ii. () guanos,
- iii. () supermagro,
- iv. () compostas
- i. ¿Qué tanto se venden los fertilizantes orgánicos?
- () Poco; () Mucho; () Nada
- j. ¿Qué tanto se prefieren por el productor el uso de opciones alternativas a productos “químicos”?
- () Poco () Regular () Mucho Otra, indique _____
- k. ¿Qué opinión tiene sobre las diferentes opciones para manejo de fertilidad?
- l. En la experiencia de sus clientes, ¿cuáles son las prácticas y productos más eficaces para el manejo de fertilidad?

17. ¿Cuáles son los criterios que usa para las recomendaciones técnicas para **Insecticidas “químicos”**?

- a. ¿Cuáles son los más buscados para el manejo del maíz?
- i. En plagas: control del cogollero
- ii. Para el chocho y otros
- iii. Plagas del suelo
- iv. En malezas
- v. Otros
- b. ¿Qué recomendaciones se realizan sobre dosis y manejo?
- i. () Color de la etiqueta o toxicidad del producto
- ii. () Forma de preparar las diluciones
- iii. () El tipo de cono o boquillas a usar
- iv. () Sobre el BUMA: protección, manejo de desechos y envases vacíos
- v. () Hora de aplicación más adecuada

- c. ¿En qué basa sus recomendaciones técnicas?
- i. ☐ Costos del producto
 - ii. ☐ Tipo de plaga a tratar y daños causados (monitoreo)
 - iii. ☐ Hora de aplicación
 - iv. ☐ Grado de toxicidad
 - v. ☐ Valor del producto
 - vi. ☐ Superficie a tratar
- d. ¿Qué tanto se recomiendan adherentes, emulsificantes?
- ☐ Nada; ☐ Poco; ☐ Regular; ☐ Mucho
- e. ¿Cuáles son los principales problemas a que se enfrentan los productores?
- i. ☐ presencia de plagas,
 - ii. ☐ malezas,
 - iii. ☐ semilla de mala calidad,
 - iv. ☐ escasez de financiamiento para comprar oportunamente los insumos,
 - v. ☐ Otro
18. Insecticidas o fungicidas orgánicos / control biológico
- a. ¿Manejan productos ecológicos? ☐ Sí; NO ☐
- i. ☐ Feromonas_____;
 - ii. ☐ Entomopatógenos_____;
 - iii. ☐ Otros_____;
 - iv. ¿Para qué usos_____;
- b. ¿Conoce el esquema de manejo integrado?
- c. ¿El de control sin veneno?
- d. ¿Qué opinión le merecen ambos?
- e. ¿Dan recomendaciones tendientes al manejo integrado?

V. OPINIONES SOBRE LA OFERTA TECNOLÓGICA

19. Los productos que vende, ¿son los mejores? Sí, no, ¿por qué?
20. ¿Hay otras marcas de sus productos?
21. ¿Qué tanto se vende los plaguicidas genéricos?
22. ¿Son mejores o peores?
23. ¿Por qué?
24. ¿Por qué vende estas y no otras marcas?
25. ¿Cuáles son las que pide la gente?

V. SEGUIMIENTO Y CONTROL

26. ¿Tienen algún esquema de promoción o seguimiento en campo de los impactos logrados con las recomendaciones técnicas realizadas?
27. ¿Conoce los efectos en el ambiente y sociales de los insumos recomendados en?:

- a. () La salud de quien los aplica SI NO _____
b. () La contaminación del suelo y agua SI NO _____
c. () La toxicidad de los alimentos o cosecha SI NO _____

VI.SOBRE DESARROLLO RURAL

28.¿Qué significa para usted el desarrollo rural?

- a. () Incremento de productividad y reducción de costos para el productor
- a. () Incremento de ventas e ingresos para la empresa
b. () Mejorar las ingresos de los productores
c. () Mejorar la calidad de vida del productor
d. () Mejorar ganancias de la empresa y del productor
29. ¿Cómo proveedor de agroquímicos, ¿cómo considera que contribuye al desarrollo rural?

VII.SOBRE PROGRAMAS DE EXTENSIONISMO

30. ¿Conoce algún programa oficial de extensionismo en la agricultura?

Sí ¿Cuál? _____; No _____

31. Si conoce, cuál es su opinión sobre el programa

32. ¿Son adecuadas las recomendaciones?

33. ¿Crea confianza con los productores?

34. ¿Es un trabajo persistente?

35. ¿Cuáles aciertos principales?

36. ¿Cuáles fallas percibe?

37. ¿Cómo técnico/profesionista ha tenido actualización en su campo laboral en los últimos años? No ____; Sí ____; ¿De qué temas?

38. ____.
¿Motivado por?:

- v. () Deseos personales de superación
- vi. () La compañía me lo exige
- vii. () La compañía me lo ofrece
- viii. () La tienda me apoya

39. ¿Nos puede dar algún comentario adicional?

¡Gracias por su apoyo en esta investigación!

ANEXO 4. EL USO DEL GLIFOSATO EN MÉXICO

El glifosato, que es el herbicida de mayor uso a nivel mundial en más de 150 cultivos, autorizado para uso agrícola, urbano y de jardinería. Se usa para el control de malezas, lo que ocasiona eliminación de las plantas de cobertura del suelo, algunas de las cuales funcionan como hospederas de insectos benéficos. También se usa como desecante en sorgo y soya para adelantar cosecha; o como madurante en caña de azúcar.

El glifosato es ingrediente activo de herbicidas como: Faena, Cacique 480, Nobel 62%, Lafam, Eurosato, Agroma, Glifos, entre otros. En México está autorizado para más de 30 cultivos, especialmente en los genéticamente modificados (GM) tolerantes a herbicidas (algodón, soya, maíz y trigo), pues forma parte del paquete biotecnológico (Arellano y Montero, 2017).

Se estima que para 2014, el uso de glifosato en agricultura representó aproximadamente el 10% de los plaguicidas utilizados en México (Bejarano González, Los plaguicidas altamente peligrosos: nuevo tema normativo internacional y su perfil nacional en México, 2017). En especial este plaguicida se ubica en una polémica dados sus efectos en la salud y el ambiente, pues se tiene evidencia sobre los daños en el hígado, alteraciones hormonales, problemas reproductivos, neurológicos y al sistema inmunitario. Por otra parte, se contamina el agua y los insectos benéficos.

Se identifica que las malezas desarrollan la capacidad de heredar su tolerancia a dosis de glifosato antes consideradas letales, fomentando con ello la introducción de variedades transgénicas tolerantes al glifosato o bien el uso combinado con otros herbicidas que provocan la resistencia.

En 2015 la Organización Mundial de la Salud (OMS) integra al Glifosato al grupo de plaguicidas altamente peligrosos (2-A), debido a su posible acción carcinogénica en el hombre. En el proceso de reclasificación participaron 17 expertos de 11 países quienes concluyeron que existe evidencia suficiente sobre

los efectos carcinógenos (Guyton et al, 2015 citados por Arellano y Montero, 2017).

Efectos en la salud. Los estudios sobre el perfil toxicológico de la molécula de glifosato, indican que su mecanismo de acción índice daño cromosómico en mamíferos (incluido el hombre), asociado a: linfoma no-Hodgkin, intolerancia al gluten y desordenes gastrointestinales, interferencia en la asimilación de micronutrientes: hierro, cobalto, molibdeno, cobre y aminoácidos como el triptófano, tirosina, metionina y selenometionina, además se asocia con desarrollo de autismo y enfermedades crónico degenerativas. (Arellano Aguilar & Montero Montoya, Glifosato y los cultivos transgénicos en México, 2017).

Efectos en el ambiente. El glifosato es un herbicida organofosforado sistémico, actúa inhibiendo la enzima 5-enolpiruvil-shikimato3-fosfato sintasa en la vía metabólica de Shikimato, en la síntesis de aminoácidos como triptófano, fenilalanina y tirosina.

Tiene un coeficiente de partición octanol/agua de -4.77, es considerado poco bioacumulable en ácidos grasos, tiene una vida media en el agua de 1-142 días. “La descomposición metabólica del glifosato en el ambiente es por acción bacteriana (Figura 1), mediante dos rutas principales, la más importante ocurre en el suelo pasando de glifosato a bióxido de carbono y amoníaco; la segunda es por acción directa de bacterias del suelo al romper el glifosato a fosfato inorgánico y sarcosina, esta última se descompone finalmente a glicina” (Arellano y Montero, 2017).

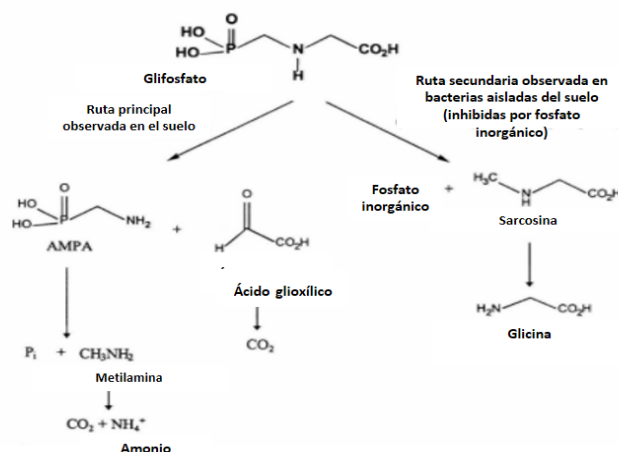


Figura 1. Rutas de degradación Glifosato en el suelo, adaptado de Franz et al, 1997.

El proceso de disipación¹⁸ del glifosato en el suelo es regulado por la interacción de varios factores, como: el contenido de materia orgánica (sustancias húmicas), el pH, la textura, la temperatura, la humedad, las aplicaciones sucesivas, entre otros. En investigación realizada en Argentina en diferentes tipos de suelos, se encontró que la disipación inicial es rápida (el 40% del glifosato aplicado se degradó en los tres primeros días), seguido de una etapa media y finalmente se vuelve menos biodisponible, ocasionando que esta última fracción restante sea más persistente en el ambiente. La vida media del glifosato osciló entre 9 y 38 días; sin embargo, los residuos menos disponibles pueden permanecer en el suelo alrededor de un año, por lo que pueden acumularse y ser arrastrado por erosión ocasionando impactos negativos en el ambiente (biota del suelo y contaminación de suelo y agua) (Okada, Costa, & Bedmar, 2017)

Sobre los efectos en el ambiente existe una controversia ética por parte de las empresas, pues por una parte señalan que tiene coeficiente mínimo de riesgo en organismos terrestres y acuáticos (Giesy et al, 2000; citado por Arellano y Montero en 2017) incluida la leyenda precautoria de uso en los envases. Por otra

¹⁸ Es el grupo de procesos que reducen la concentración de un pesticida después de su aplicación (Okada, Costa, & Bedmar, 2017)

parte, numerosos estudios indican efectos severos en organismos como: tumores en piel, adenomas celulares y carcinomas en túbulo renales, aumenta el riesgo de linfoma de No-Hodgkin, presencia en sangre y orina en agricultores, tanto de glifosato como de Ácido Aminometil fosfónico (AMPA). En el Cuadro 31, se presentan los estudios relacionados con la inducción de daño genotóxico y otras alteraciones por alteración de glifosato en el ambiente.

Cuadro 31. Alteraciones y daño genotóxico causado por el glifosato en el ambiente

EFECTO POR EXPOSICIÓN A GLIFOSATO		REFERENCIAS
Invertebrados		
Lombriz de tierra (<i>Eisenia foetida</i>)	14.4 mg/cm de suelo causa alteraciones de ADN de las lombrices	Zhou <i>et al</i> , 2013 Piola <i>et al</i> , 2013
Peces		
Pez endémico mexicano (<i>Godea atripinis</i>)	Daño genético en hígado y branquias	Ortiz-Ordoñez <i>et al</i> , 2011
<i>Anguilla anguilla</i>	Daño genético por estrés oxidante	Guilherme <i>et al</i> , 2012
Peces poecilidos (<i>Cnesterodon decemmaculatus</i>)	Daño genotóxico, en eritrocitos principalmente	Vera-Candioti <i>et al</i> , 2012
Anfibios		
<i>Elutherodactylus johnstonei</i> <i>Euflectis cyanophlyctis</i>	Incrementa daño celular (citotoxicidad), ruptura de cadenas de ADN, fragmentos de cromosomas. Causa susceptibilidad a infecciones de <i>Batrachochytrium</i> dendrobatidis, hongo que impacta seriamente las poblaciones a nivel mundial.	Meza-Joya <i>et al</i> , 2012 Yadav <i>et al</i> , 2013
Reptiles		
Reptiles	En reptiles se ha observado efectos en el sistema inmune y en el crecimiento	Latorre <i>et al</i> , 2012
Mamíferos		
Ratón albino	Alteraciones hematológicas y estrés oxidante, ligado al daño del material genético	Jasper <i>et al</i> , 2012
Células aisladas <i>In vitro</i>	Aumento en células apoptóticas y necrosis (muerte celular)	Kim <i>et al</i> , 2013
En el hombre	En 57,311 trabajadores estadounidenses se encontró asociación entre exposición y mieloma múltiple	De Roos <i>et al</i> , 2005

	En casos de envenenamiento se observa inducción de cuadros asmáticos y alergias recurrentes	Henneberger <i>et al</i> , 2013
	En trece casos de intoxicación se detectó en sangre y orina, ulceraciones otofaríngeas, náuseas y arritmias cardíacas	Zouaui <i>et al</i> , 2013
	Puede actuar en sinergia con otros factores que aumentan el riesgo de padecer diabetes, arterioesclerosis y padecimientos neurodegenerativos	Samsel & Seneff, 2013
Células aisladas <i>In vitro</i>	Induce daño citotóxico en células corioplacentarias de humanos (JAR). Inhibe la síntesis de progesterona como efecto secundario	Young <i>et al</i> , 2015

Fuente: Tomado de Arellano y Montero, 2017

El glifosato en la agricultura. Dado que no existe información sobre el volumen de glifosato aplicado en la agricultura en México, realizan ejercicio de estimación considerando la superficie sembrada de cultivos genéticamente modificados (GM) informada por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Alimentaria (SENASICA). De acuerdo con ello, en 2009 y 2011 se sembraron 113,528.92 ha y 778,216.84 ha, respectivamente (Bejarano y Montero, 2017); estas cifras representan incremento de 685.47% en la superficie total sembrada de cultivos GM.

Para la estimación del volumen aplicado en las superficies antes citadas, se toma en consideración que se usa un rango de 1-3 lha⁻¹ por aplicación, con 3 aplicaciones promedio por ciclo productivo. De este modo plantean dos escenarios de manejo: el primero considera 2 l ha⁻¹y 3 aplicaciones y el segundo 3 l ha⁻¹ y 3 aplicaciones (Cuadro 32):

Cuadro 32. Estimación de volumen de glifosato aplicado en cultivos GM en México

AÑO AGRÍCOLA	SUPERFICIE SEMBRADA DE CULTIVOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS (ha)	VOLUMEN ESTIMADO DE GLIFOSATO (litros por ciclo productivo)	
		2 l/ha/ 3 aplicaciones	3 l/ha/ 3 aplicaciones
2009	113,558.92	681,353.52	1,022,030.28
2011	778,216.84	4,669,301.04	7,003,951.56

Fuente: Elaborado con información de Arellano y Montero, 2017.

De acuerdo con lo anterior, se estima que el volumen de glifosato aplicado se ha incrementado en aproximadamente 1000% pasando de un mínimo de cerca de setecientos mil litros a siete millones de litros, de 2009 a 2011, respectivamente. La acotación sobre estas cifras por parte de los autores de referencia, es la cautela de la precisión pues las actividades agrícolas indican variantes significativas en cultivo, dosis, frecuencia, presentación del ingrediente activo, entre otras. Sin embargo, las cantidades invitan a reflexionar y estudiar seriamente las severas implicaciones que tiene el uso de este herbicida tanto en la salud del hombre y animales y sus efectos en el ambiente.

A modo de conclusión: Existe evidencia científica de los daños ocasionados a la salud y a los ecosistemas por el uso del glifosato en la agricultura; sin embargo, en la práctica no hay conciencia de estos efectos, cualidad que se manifiesta en su amplio uso no solo en cultivos genéticamente modificados, sino que también forma parte de los insumos más usados en maíz de riego en la zona de estudio, donde se identificaron trece nombres comerciales para el Glifosato.

ANEXO 5. Algunas propiedades fisicoquímicas de muestras compuestas de suelo de la capa arable (capa 0-30 cm) en parcelas utilizadas para cultivo de maíz de riego en el DDR 092 Morelia.

No.	Localidad/Municipio	pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B	C.I.C.	TEXT
			%	kg/ha					ppm					Cmol/ka	
1	Emiliano Zapata, Álvaro Obregón	8.12 (mAlc)	2.65 (M)	21.6 (M)	24.6 (M)	695 (A)	6,298 (MA)	2055 (MA)	8.76 (AD)	1.52 (AD)	1.14 (AD)	4.14 (AD)	6.05 Muy Alto	27.1 (A)	Arcilla (AD)
2	Emiliano Zapata, Álvaro Obregón	8.25 (mAlc)	3.18 (M)	8.59 (MB)	24.3 (M)	954 (A)	4,875 (A)	1589 (MA)	11.8 (AD)	1.14 (AD)	4.78 (AD)	16.1 (AD)	2.67 Muy Alto	15.3 (M)	Arcilla (AD)
3	Zacapendo, Álvaro Obregón	7.2 (mA)	2.82 (M)	70.59 (M)	N.D. (M)	N.D. (M)	1,927 (M)	622.9 (A)	2.56 (MAR)	0.665 (AD)	0.01 (DEF)	1.78 (AD)	N.D. A	38.38 (A)	Arcilla (AD)
4	Mezquite Verde, Álvaro Obregón	7.51 (mAlc)	2.55 (M)	63.87 (B)	N.D. (B)	738 (A)	1,716 (M)	559.01 (A)	9.43 (AD)	0.71 (AD)	0.05 (DEF)	1.58 (AD)	N.D. A	36.84 (A)	Arcilla (AD)
5	Ampliación Quirio, Álvaro Obregón	7.52 (mAlc)	2.15 (M)	16.13 (B)	N.D. (B)	850 (A)	1,320 (M)	654.85 (A)	5.21 (AD)	0.66 (AD)	0.02 (DEF)	1.4 (AD)	N.D. A	39.04 (A)	Arcilla (AD)
6	La Purísima, Álvaro Obregón	6.39 (mA)	2.01 (M)	0.1 (MB)	23.42 (M)	468 (A)	1,926 (M)	559.02 (A)					0 (DEF)		Arcilla (AD)
7	Morelia, Morelia	8.25 (mAlc)	2.78 (M)	41.5 (A)	6.33 (B)	504 (A)	18,553 (MA)	7992 (MA)	11.3 (AD)	1.11 (AD)	0.36 (DEF)	10.6 (AD)	8.5 Muy Alto	123 (MA)	FA (AD)
8	El Triunfo, Indaparapeo	5.2 (mA)	5.09 (A)	127.45 (MA)	29.3 (M)	394 (MA)	792 (M)	399.3 (MA)	39.05 (AD)	0 (DEF)	0.547 (MAR)	13.08 (AD)	1.48 Alto	33.08 (A)	Arcilla (AD)
9	Río de Parras, Queréndaro	3.59 (fA)	2.01 (M)	0.1 (MB)	24.04 (M)	179.4 (M)	236 (MB)	95.59 (B)					1.61 Alto		Arcilla (AD)
10	Río de Parras, Queréndaro	5.05 (mA)	1.59 (B)	11.98 (B)	4.78 (B)	284 (MB)	584 (MB)	193.26 (MB)	6.03 (AD)	0 (DEF)	0 (DEF)	5.62 (AD)	0 MB	40.33 (MA)	Arcilla (AD)
11	Real de Otzumatlán, Queréndaro	6.02 (mA)	1.65 (M)	41.25 (A)	13.18 (B)	640 (MA)	758 (M)	223.6 (MB)	24.74 (AD)	0.009 (DEF)	0.191 (DEF)	3.73 (AD)	B Muy Alto	17.59 (M)	Franco (AD)
12	Río de Parras, Queréndaro	6.02 (mA)	1.56 (B)	39 (M)	2.32 (MB)	346 (MA)	668 (MB)	215.62 (MB)	16.78 (AD)	0 (DEF)	0.384 (DEF)	4.66 (AD)	0.61 B	23.11 (M)	Franco Arcilloso (AD)
VALORES PROMEDIO		6.59	2.50	36.85	16.92	550.22	3304.39	1263.26	13.57	0.58	0.75	6.27	2.62	40.74	
CRITERIOS DE INTERPRETA NOM-021-SEMARNAT-2000 (2002). ESPECIFICACIONES DE FERTILIDAD, SALINIDAD Y CLASIFICACIÓN DE SUELO, ESTUDIO, MUESTREO Y ANÁLISIS		Fuertemente ácido menor 5.0	Muy bajo menor a 0.5	Muy bajo 0-10		Muy baja menor 0.2	Muy baja menor 2	Muy baja menor 0.5	Deficiente menor 2.5	Deficiente menor 0.2	Deficiente menor 0.5	Deficiente menor 1.0	Muy bajo menor 0.39	Muy alta mayor 40	
		Moderadamente ácido 5.1-6.5	Bajo 0.6-1.5	Bajo 10-20	Bajo menor a 15	Baja 0.2-0.3	Baja 2-5	Baja 0.5-1.3	Marginal 2.5-4.5		Marginal 0.5-1.0		Bajo 0.39-0.79	Alta 25-40	
		Neutro 6.6-7.3	Medio 1.6-3.5	Medio 20-40	Medio 15-30	Media 0.3-0.6	Media 5-10	Media 1.3-3.0	Adecuado mayor 4.5	Adecuado mayor 0.2	Adecuado mayor 1.0	Adecuado mayor 1.0	Medio 0.8-1.29	Media 15-25	
		Medianamente alcalino 7.4-8.5	Alto 3.6-6.0	Alto 40-60	Alto mayor a 30	Alta mayor 0.6	Alta mayor 10	Alta mayor 3.0					Alto 1.3-2.1	Baja 5-15	
		Fuertemente alcalino mayor a 8.5	Muy alto mayor 6.0	Muy alto mayor a 60									Muy alto mayor 2.1	Muy baja mayor 5	

NOTA: Las muestras corresponden a predios de las localidades del DDR 092.

MO = Materia orgánica, NI = Nitrógeno inorgánico, TEXT = Clase textural; FA, franco arenoso. (Fuente : Datos del proyecto). Clasificación con base en SEMARNAT (2002):

pH= fA, fuertemente ácido; mA, moderadamente ácido; N, Neutro; mAlc, medianamente alcalino

MB, muy bajo; B, bajo; M, medio; A, alto; MA, Muy alto; AD, adecuado; DEF, deficiente; MAR, marginal. Determinaciones realizadas en los Laboratorios: Fertilib, laboratorio de INIFAP Campus Bajío y Laboratorio de análisis de suelo, agua y planta "La Carreta" Cen, utilizando los procedimientos de rutina. pH, potenciométrico; MO, Walkley-Black; NI, cloruro de potasio y aleación de Devarda; P, Bray; Ca, Mg y K, acetato de amonio; Fe, Cu, Zn y Mn, con DTPA