

Adopción de innovaciones en maíz bajo el modelo escuelas de campo en Tlalcozotitlán, Guerrero

David Heriberto Noriega Cantú¹
Romualdo Vásquez Ortiz^{1§}
Mariano Morales Guerra²
Jesús Martínez Sanchez³
Eileen Salinas Cruz³
José Rafael Contreras Hinojosa²

¹Campo Experimental Iguala-INIFAP. Carretera Iguala-Tuxpan km 2.5, Col. Centro, Tuxpan, Iguala de la Independencia, Guerrero. CP. 40000. (noriega.david@inifap.gob.mx). ²Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca-INIFAP. Melchor Ocampo 7, Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca. CP. 68200. (morales.mariano@inifap.gob.mx; contreras.jose@inifap.gob.mx). ³Campo Experimental Centro de Chiapas-INIFAP. Carretera Internacional Ocozocoautla-Cintalapa km 3 s/n, Ocozocoautla, Chiapas. CP. 29140. (martinez.jesus@inifap.gob.mx; salinas.eileen@inifap.gob.mx).

§Autor para correspondencia: vazquez.romualdo@inifap.gob.mx.

Resumen

Con la finalidad de incrementar el rendimiento en cultivo de maíz en Tlalcozotitlán, municipio de Copalillo, Guerrero, se implementaron innovaciones tecnológicas bajo el modelo escuelas de campo (ECA) y se determinó su grado de adopción. Se aplicaron 30 cuestionarios para conocer la situación inicial de los productores, sobre el rendimiento por hectárea con la tecnología tradicional. La segunda fase fue establecimiento de la parcela-escuela de maíz y la capacitación a productores; a través, del modelo de ECA, en el contexto de la formación de productores-promotores. Las variables registradas fueron rendimiento, costo de producción, relación B/C y el grado de adopción de innovaciones. La situación inicial señala un rendimiento de 0.9 t ha⁻¹ de grano de maíz, un costo de producción de \$9 457.00 ha⁻¹ y una relación B/C de 0.43, en la parcela-escuela se obtuvo 2.036 t ha⁻¹ y un costo de producción de \$11 767.00, se incrementó 1.136 t ha⁻¹, que corresponde a 126% en dos años de evaluación y una relación B/C de 0.79. Hubo diferencias estadísticamente significativas en el conocimiento y adopción de innovaciones tecnológicas por los productores-promotores antes y después de haber recibido los cursos de capacitación y acompañamiento de escuelas de campo, desarrollada en cultivo de maíz, donde se obtuvo 47% de adopción en componente selección de maíz criollo y 31% en inoculación de semillas con micorrizas y *Metarhizium*.

Palabras clave: aprender haciendo tecnologías, rendimiento.

Recibido: septiembre de 2019

Aceptado: octubre de 2019

En el estado de Guerrero, el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) ocupa el primer lugar entre los principales granos básicos que se producen. En 2017 se sembraron 439 281 ha en condiciones de temporal con un rendimiento medio de 3.037 t ha⁻¹ (SIAP, 2017); se cultiva en áreas de baja, mediana y buena productividad. El maíz tiene importancia social, cultural y alimentaria, donde la agricultura es tradicional, sin negar la existencia de algunas prácticas modernas. Esta especie enfrenta los cambios climáticos y la incertidumbre que afecta la producción por las prácticas de cultivo y condiciones medioambientales locales (Munguía-Aldama *et al.*, 2015).

Los productores de Tlalcozotitlán, siembran el maíz para autoconsumo; enfrentan la problemática sobre la disponibilidad de agua (estrés hídrico) y el bajo rendimiento en la producción debido a la incidencia de plagas como el gusano cogollero, aunado al bajo nivel tecnológico. Para reducir la problemática y mejorar la productividad del maíz, a través de un diagnóstico: se implementaron algunas innovaciones tecnológicas, mediante sesiones de capacitación bajo el modelo de Escuelas de Campo (ECA) para la formación de productores-promotores de acuerdo con el desarrollo fenológico del cultivo (Morales *et al.*, 2015).

La adopción de tecnología es la apropiación de prácticas y conocimiento por parte de los productores y consta de la toma de conciencia, el interés, la evaluación y la adopción de la idea o de la práctica (Ayala, 2008). El presente trabajo tuvo como objetivo promover el incremento de al menos un 20% la producción de maíz por unidad de superficie en comparación con la producción tradicional y el grado de adopción de tecnologías agrícolas en los productores.

La investigación se realizó en la localidad de Tlalcozotitlán, municipio de Copalillo, Guerrero, en parcela de productores-promotores, ubicado entre los 17° 52' 47.13" latitud norte y 99° 9' 6.79" longitud oeste, a 580 m de altitud, presenta un clima semiárido semicálido (BS1hw) García (1988), 600 mm anual y temperatura de 26 °C. Se aplicaron 30 entrevistas a productores para conocer la producción, costos, ingresos familiares y organización. Con la información obtenida se propuso innovaciones en los ciclos primavera-verano 2017-2018. Las acciones se realizaron en siete sesiones de capacitación (Cuadro 1); a través, del modelo de ECA por Morales *et al.* (2015), que comprendió una sesión teórica, práctica, reflexiones y acuerdos. Con el apoyo del prestador de servicios profesionales que radicaba en la comunidad para dar seguimiento.

Cuadro 1. Componentes tecnológicos implementados en la parcela-escuela de maíz en Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero. Ciclo PV 2017-2018.

Etapa	Innovaciones tecnológicas
Siembra	1) V-236P (pepitilla) y testigo Dk [®] 357, 20 kg ha ⁻¹ , 62 000 plantas, surcos 80 cm
	2) inoculación de semillas con micorriza (<i>Glomus</i> spp.) e insecticida (<i>Metarhizium anisopliae</i>) en dosis de 1.5 L ha ⁻¹
Abonos orgánicos	3) elaboración y aplicación de abono orgánico (<i>bocashi</i>)
Fertilización	4) química (1 ^{ra} aplicación en la siembra y 2 ^{da} en aporque). Urea (46-00-00) y fosfato de amonio (18-46-00)
Control de plagas	5) instalación de trampas con feromonas y <i>Trichogramma</i> sp., para el monitoreo y control del gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)
	6) elaboración y aplicación de extracto vegetal y caldo mineral
Selección de maíz	7) método de selección masal

Se realizó la estimación de rendimiento con la metodología propuesta por Laffite (1993), se determinó el peso de grano y estimación de rendimiento por hectárea con humedad 15%. La captura de datos en programa Excel (2016), se obtuvo la variable de rendimiento ($t\ ha^{-1}$), costo de producción ($\$ ha^{-1}$) y relación B/C. Se evaluó la información ‘antes’ (pre-test) y ‘después’ (post-test) de forma descriptiva empleando proporciones y medios aritméticos (Briones, 2002).

Adopción de innovaciones por los productores

Para documentar el grado de adopción de innovaciones por los productores, se aplicó 30 entrevistas al final (después) de las capacitaciones realizadas en la parcela-escuela de maíz y se capturó la información en Excel (2016). A cada innovación implementada se le asignó un valor de 0.5= a innovaciones sencillas; 1= innovaciones medianamente elaboradas y 1.5= innovaciones muy elaboradas y complejas para el productor. De acuerdo con la metodología descrita por Merino (2018).

$$K_n = \frac{y}{\sum_1^n x} = Z$$

Donde: K_n = constante de porcentaje de indicador de dominio de la innovación. $\sum_1^n x$ = número de innovaciones tecnológicas que se dieron en las sesiones de ECA; y = valor de cada innovación que aporta al total del dominio de la tecnología; Z = valor de los indicadores de dominio de la tecnología agrícola. Una vez definido el aporte de cada innovación y el valor de ponderación, se obtuvo la calificación máxima para cada componente para obtener 100% de adopción (Cuadro 2).

Cuadro 2. Calificación máxima de los componentes tecnológicos.

Núm.	Innovaciones tecnológicas implementadas con las sesiones de ECA	(%) de cada innovación tecnológica
1	V-236P (pepitilla)	14
2	Inoculación de semillas	7
3	Abonos orgánicos	14
4	Fertilización	22
5	Feromonas sexuales Pherocon® y <i>Trichogramma</i> sp.	7
6	Extracto vegetal y caldo mineral	14
7	Selección de maíz	22
	Total	100

Elaborado mediante la encuesta aplicada a productores.

Se realizó el análisis estadístico con la prueba no paramétrica de Wilcoxon. Se utilizó el programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) v. 19.0 en español. Para probar la hipótesis nula H_0 : se planteó que la adopción de innovaciones tecnológicas por los productores-promotores No difiere después de haber recibido los cursos de capacitación y el rendimiento en maíz. La hipótesis H_1 : existen diferencias estadísticamente significativas sobre la adopción de innovaciones tecnológicas por los productores-promotores después de haber recibido los cursos de capacitación y el rendimiento en maíz.

Diagnóstico de la situación actual del grupo de productores

Se determinó que 100% de los encuestados son del sexo masculino, 50% de los productores posee terreno ejidal y el resto comunal con un promedio de 3.2 ha por productor, 93.3% de los productores se dedica a la agricultura, 6.6% a la ganadería y tienen actividades complementarias como jornaleros, plomeros y panaderos.

El 100% de los productores que se dedican a la agricultura siembran maíz de los cuales 30% es asociado y 70% es monocultivo; 60% usa variedades de maíz criollas y 40% usa variedades mejoradas que reciben de programas productivos, ningún productor selecciona su semilla para el próximo ciclo y solamente 10% practica la rotación de cultivo con ajonjolí. Para la siembra de maíz, 27% utiliza el tractor para el barbecho y 77% la yunta, 100% utiliza la yunta para surcar la tierra; 80% de los productores aplica fertilizante químico, 30% usa herbicidas y controla plagas.

El costo de producción de una hectárea es de \$9 457. En promedio obtienen rendimiento de 0.9 t ha⁻¹ de grano de maíz y relación B/C de 0.43, lo que indica que tienen pérdidas económicas debido al estrés hídrico en la zona. El volumen de producción fue 2.1 t de maíz por familia al año en 2.3 ha, de los cuales consumen 1.52 t por familia y el resto lo utilizan para su venta; sin embargo, las familias que solo siembran una hectárea necesitan adquirir 0.62 t año⁻¹. Por lo tanto, venden sus animales, pescan en el río, piden prestado, trabajan de jornales, cazan animales silvestres y obtienen apoyos de programas sociales.

Implementación de la parcela-escuela de maíz bajo el modelo de escuela de campo

Con la implementación de las siete innovaciones tecnológicas en la parcela-escuela se obtuvo 2.036 t ha⁻¹ que corresponde a 126% de incremento en rendimiento de grano de maíz en dos años de evaluación con respecto a la encuesta de línea base (Cuadro 3). El resultado obtenido se reflejó por el seguimiento puntual de las actividades por el productor-promotor y el apoyo del técnico que radicaba en la comunidad como parte del proceso de transferencia de tecnología del método de escuelas de campo.

Cuadro 3. Rendimiento, costo de producción y relación B/C por hectárea en la parcela-escuela de maíz en Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero. Ciclo PV 2017-2018.

Evaluaciones/genotipo	Rendimiento (t ha ⁻¹)	Costo de producción (\$ ha ⁻¹)	Relación B/C
V-236P (pepitilla)*	2.036	11 767.00 ¹	0.79 ²
Dk [®] 357 (testigo)	1.107	10 957.00	0.45
Línea base (encuesta)	0.9	9 457.00	0.43

*= componente de innovación implementada en la parcela-escuela de maíz; ¹= costos de producción; ²= ingresos generados para el productor.

Damián *et al.* (2016) con el modelo productor-innovador (MPI) encontraron que los productores de maíz de bajo, medio y alto potencial productivo obtienen rendimientos de 500 y 2 200 kg ha⁻¹ y un promedio de 1 700 kg ha⁻¹ con la implementación de diez innovaciones. Resultados similares a lo obtenido en la presente investigación con grupo de productores de maíz en zona marginada y en situación de pobreza extrema.

Grado de adopción de innovaciones por los productores

La prueba de Wilcoxon, indicó que todos los componentes tecnológicos implementados en cultivo de maíz hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) en el conocimiento y adopción de innovaciones tecnológicas por los productores-promotores antes y después de haber recibido los cursos de capacitación y acompañamiento técnico bajo el modelo de escuelas de campo (Cuadro 4). Orozco *et al.* (2011) observaron incrementos significativos el nivel de conocimiento de los productores al final de las capacitaciones con las ECA respecto a la evaluación inicial de conocimientos sobre los diferentes temas de capacitación.

Cuadro 4. Prueba de rangos con signos de Wilcoxon en el conocimiento y uso de componentes tecnológicos para productores que participaron en las capacitaciones en Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero. 2017-2018.

Núm.	Innovaciones tecnológicas	Estadístico Z_c	Sig. bilateral
1	V-236 P (pepitilla)	-4.78 ^{**a}	0.000
2	Inoculación de semillas	-4.85 ^{**a}	0.000
3	Abonos orgánicos	-4.82 ^{**a}	0.000
4	Fertilización	-4.93 ^{**a}	0.000
5	Feromonas sexuales Pherocon [®] y <i>Trichogramma</i> sp.	-4.88 ^{**a}	0.000
6	Extracto vegetal y caldo mineral	-4.83 ^{**a}	0.000
7	Selección de maíz	-5.02 ^{**a}	0.000
	Promedio	-4.78 ^{**a}	0.000

Valor crítico con aproximación normal (Z_α) con 0.01= ± 1.73 ; ^a= se basó en rangos negativos, de 30 productores capacitados.

En la Figura 1, se muestra un incremento del conocimiento y uso de las innovaciones tecnológicas antes y después del proceso de capacitación, donde el componente selección de maíz criollo tuvo 47% de adopción por los productores, por su parte Barros (2017), señala que se debe seguir trabajando; promoción, valoración, uso, intercambio y conservación de semillas nativas o criollas.

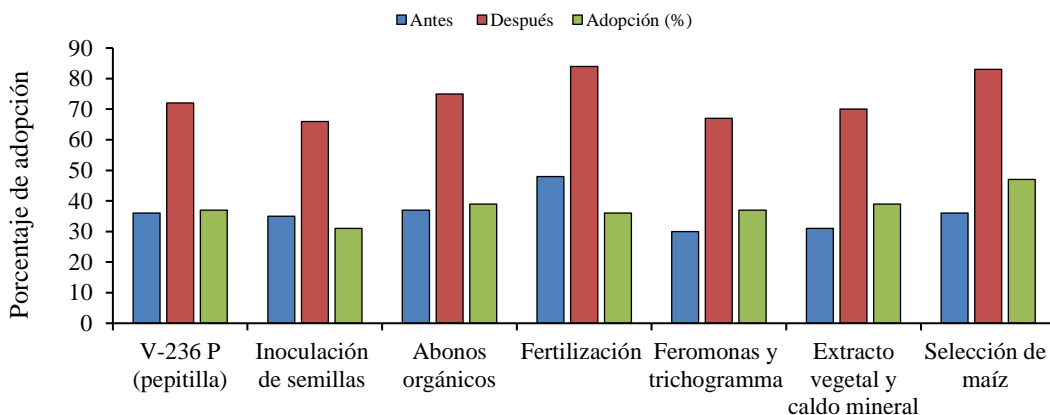


Figura 1. Uso de innovaciones tecnológicas y grados de adopción con productores de maíz en Tlalcozotitlán, Copalillo, Guerrero.

Orozco *et al.* (2011) encontraron un nivel de conocimiento tecnológico de 7.29% en los productores antes de las capacitaciones y 46.64% al final de las capacitaciones de escuelas de campo, muestran que el incremento en el nivel de conocimiento tecnológico no aumenta la disponibilidad alimentaria de maíz. Orozco *et al.* (2009) señalan que los campesinos con mayor participación en las sesiones de Escuelas de campo (EC) tuvieron mayor conocimiento y adopción tecnológica comparado con los que no fueron capacitados.

Mendola (2007) encontró que la adopción de tecnología agrícola contribuye el bienestar y la superación de la pobreza en productores rurales. Se alcanzó 39% de adopción en los componentes abonos orgánicos, extractos vegetales y caldos minerales, esto favoreció porque la mayoría de los insumos para su elaboración se encuentra en la comunidad y el costo para su preparación es mínimo y se emplea la mano de obra familiar. López y Lozano (2016) encontraron que la aplicación del abono orgánico bocashi en el suelo aumenta significativamente su fertilidad, mejorando la materia orgánica en 2.92%, el nitrógeno 352 ppm, fósforo 114.8 ppm y potasio 202.55 ppm, con la aplicación de 40 kg de abono en una superficie de 3 m².

El 37% de conocimiento y adopción de la variedad 236P (pepitilla), las feromonas sexuales y *trichogramma*, Kuniyoshi *et al.* (2003) al usar las feromonas para controlar y monitorear *Spodoptera frngiperda* encontraron menos mazorcas con daño por gusanos en las parcelas con feromonas, resultando en una tasa de retomo marginal de 83% con respecto a no usar feromonas. Se tuvo solo 36% de adopción en la fertilización química fraccionada, esto se debió principalmente a que este componente ya es entregado a los productores por el programa de fertilizantes que tiene el gobierno del estado.

Conclusiones

El componente inoculación de semillas con micorrizas y *metarhizium* fue de menor adopción por los productores con solo 31%, este componente es poco conocido y comercial y su aplicación requiere ciertos cuidados por parte del productor. La capacitación y difusión de innovaciones tecnológicas bajo el modelo de escuelas de campo, ha incidido en incremento del rendimiento de maíz por unidad de superficie. El grado de adopción de tecnologías fue bueno, por el interés de los productores en participar en las sesiones de capacitación y el seguimiento puntual del técnico a los productores-promotores.

Literatura citada

- Ayala, S. A. 2008. Estrategia para la transferencia de tecnología de un campo Experimental del INIFAP. *In*: congreso de sistemas de innovación para la competitividad. Modelos exitosos de transferencia de tecnología. León, Guanajuato. México. 23 p. <https://www.researchgate.net/publication/280769320>.
- Barros, C. 2017. Hagamos milpa. Fortalezcamos la agricultura campesina. Argumentos (enero-abril). <http://www.redalyc.org/articulo>.
- Briones, G. 2002. Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. Colombia. 217 p. <https://www.revistasden.org/boletin/files/7454-metodologia-de-la-investigacion-cuantitativa-en-las-ciencias-sociales.pdf>.

- Damián, H. M. Á.; Miguel, A.; Romero, A. O.; Sangerman, J. D.; Reyes, M. M. L.; Parraguirre, L. C. y Orozco, C. S. 2016. Maíz, potencial productivo y seguridad alimentaria: el caso de San Nicolás de Los Ranchos, Puebla-México. *Nova Scientia*. 8(16):352-370.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México. Offset Larios. 217 p.
- Kuniyoshi, C. H.; Rueda, A.; Trabanino, R. y Cave, R. 2003. Evaluación del uso de feromonas en el control y monitoreo de *Spodoptera frugiperda* y *Helicoverpa zea* en maíz dulce. *Ceiba*, 2003. 44(1):61-65.
- Lafitte, H. R. 1993. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de campo. CIMMYT. México, DF. 122 p.
- López, C. O. E. y Lozano, Q. T. A. 2016. Determinación del porcentaje biorremediador del bocashi en suelos contaminados por glifosato mediante la técnica de biopilas en cultivos asociados de café y cacao en el barrio San Roque, Cantón el Pangui, provincia Zamora Chinchipe. Tesis licenciatura. Universidad Nacional de Loja. 120 p. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/17755>.
- Mendola, M. 2007. Agricultural technology adoption and poverty reduction: a propensity-score matching analysis for rural Bangladesh. *Food Policy*. 32(3):372-393. doi:10.1016/j.foodpol.2006.07.003.
- Merino, G. F. 2018. Adopción de tecnología florícola promovida bajo el modelo de Escuelas de Campo en San Lorenzo Jilotepequillo, Santa María Ecatepec, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Superior de San Miguel el Grande. Tlaxiaco, Oaxaca. 86 p.
- Morales, G. M.; Hernández, G. C. y Vásquez O. R. 2015. Escuelas de campo. Un modelo de capacitación y acompañamiento técnico para productores agropecuarios. Centro de Investigación Regional Pacifico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oax. Folleto técnico núm. 48. 37 p.
- Munguía, A. J.; Sánchez, P. F.; Vizcarra, B. I. y Rivas G. M. 2015. Estrategias para la producción de maíz frente a los impactos del cambio climático. *Revista de Ciencias Sociales*. XXI(4):538-547. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28043815007>.
- Orozco, C. S.; Antonio, B. J.; Damián, H. M. Á.; Barbosa, M. F.; Gutiérrez, V. B. N. y Ariza, F. R. 2011. Impactos del conocimiento tecnológico sobre la disponibilidad alimentaria de campesinos indígenas en el sureste mexicano. 61(1):13-19.
- Orozco, C. S.; Ramírez, V. B.; Ariza, F. R.; Jiménez, S. L.; Estrella, C. N.; Peña, O. B. V.; Ramos, S. Á. y Morales, G. M. 2009. Impacto do conhecimento tecnológico sobre a adoção de tecnologia agrícola em camponeses indígenas do México. *Interciencia*. 34(8):551-555.
- SIAP. 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Avance de siembras y cosechas resumen nacional por cultivo, SAGARPA. <http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola-siap-gobmx/ResumenProducto.do>.