

Revista Electrónica Nova Scientia

Maíz, potencial productivo y seguridad alimentaria: el caso de San Nicolás de Los Ranchos, Puebla-México

Maize production potential and food security: the case of San Nicolas de los Ranchos, Puebla-México

Miguel A. Damián Huato¹, Omar Romero-Arenas¹, Dora Ma. Sangerman-Jarquín², Luis Reyes-Muro³, C. Parraguirre Lezama⁴ y Sergio Orozco Cirilo⁵

¹ Centro de Agroecología del Instituto de Ciencias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla

² Campo Experimental Valle de México, INIFAP, Texcoco, Estado de México.

³ Programa de Socioeconomía, Campo experimental Pabellón. INIFAP, Pabellón de Arteaga, Aguascalientes

⁴ Escuela de Ingeniería Agroforestal, *Campus* Tetela, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

⁵ Departamento de Estudios Sociales, Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra. Salvatierra, Guanajuato

México

Omar Romero Arenas. E-mail: biol.ora@hotmail.com

Resumen

Se expone un modelo tecnológico para aumentar el potencial productivo de maíz de secano, validado con productores de San Nicolás de los Ranchos Puebla-México. Se calculó el Índice de Apropiación de Tecnologías Radicales (IATR) y el Grado de Empleo de Tecnologías Progresivas (GETP); se agruparon a los productores según su rendimiento para diseñar el modelo tecnológico y se estimó la seguridad alimentaria real y potencial. Se encontró que: en el manejo de maíz interaccionan innovaciones radicales y progresivas imperando las segundas; no hay relación directa entre el IATR y rendimientos, pero sí con el GETP; que 29% de los productores son eficientes; el 29% de los productores no poseen seguridad alimentaria y que si los productores de bajo y medio potencial productivo, aplicaran el patrón tecnológico de los productores eficientes, los rendimientos aumentarían, en promedio un 157% y 38%, respectivamente.

Palabras claves: Modelo tecnológico; innovaciones radicales y progresivas; dialogo de saberes; agroecología; faro agroecológico

Recepción: 14-10-2015

Aceptación: 16-03-2016

Abstract

Is exposed A technological model to increase the productive potential of rainfed maize with producers of San Nicolas de los Ranchos Puebla-Mexico. It was calculated the Index of Technology the Ownership Radicals (ITOR) and the Grade Progressive Technologies Employment (GPTE); were pooled to producers based on their performance in designing the technological model and was estimated real food security and potential. It was found that; the managing of corn presents innovations radical and progressive, protruding second. There is no direct relationship between ITOR and yields, but with the GPTE; 29% of producers are efficient. 29% of farmers do not have food security. If producers of low and medium productive potential, may apply the technological model of efficient producers would increase on average 157% and 38% respectively.

Keywords: Technological model, radical and progressive innovations, knowledge dialogue, agro-ecological, agro-ecological paradigm headlights

Introducción

La alimentación es el derecho humano más elemental registrado en la Declaración Universal de Derechos Humanos de las Naciones Unidas (ONU, 1948), que se consigue mediante la *seguridad alimentaria*; o sea, cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos que satisfacen sus necesidades y preferencias alimentarias para llevar una vida activa y sana (FAO, FIDA y PMA, 2013).

El maíz es un bien básico para los mexicanos, pero para las familias rurales es un grano especial porque ha garantizado su reproducción biológica y cultural; además, la venta de excedentes de maíz es un eslabón económico para que obtengan otros recursos destinados, en parte, para comprar otros alimentos. Por esta razón, se asume que el maíz ha sido garante de la seguridad alimentaria familiar, sobre todo en secano donde se ha manejado asociado con otros cultivos y arvenses, sistema agrícola conocido como milpa.

Warman (2001), plantea que una familia mexicana campesina de cinco miembros consume en promedio cerca de 2,500 kg de maíz al año. Es decir, la seguridad alimentaria de las unidades familiares campesinas se garantizará cuando cosechen, al menos, 500 kg *per cápita*.

Conseguir la seguridad alimentaria requiere aumentar el potencial productivo del maíz, medido en rendimiento por hectárea de forma sostenida en el tiempo. El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) lo definió como la producción nacional promedio de varios años que se obtendría de maíz, si en el área sembrada se aplicara la tecnología pública disponible (Turrent *et al.*, 2012).

En este estudio se considera que el potencial productivo es un atributo que emana del manejo del maíz y se define como la diferencia de rendimiento entre los niveles de producción real y potencial, si los productores menos eficientes utilizaran el patrón tecnológico que los eficientes aplicaron en el manejo de maíz (Turrent *et al.*, 2012). Se trata de una eficiencia técnica que tiene como fin incrementar los rendimientos unitarios.

En el manejo interactúan dos condiciones: a) generales endógenas (clima, suelo, etc.) y exógenas (programas de fomento agrícola, ingresos familiares, etc.) inalterables a mediano plazo, y b) concretas, referidos a los factores que participan directamente en la producción. La forma en cómo el productor combina estos recursos explica la forma específica cómo maneja el maíz; con este fin ejecuta tareas (siembra, labores de cultivo, fertilización, etc.) hechas sucesivamente en el campo aplicando tecnologías e insumos convencionales (híbridos,

agroquímicos, etc.) o tradicionales (semillas criollas, asociación de cultivos, etc.) o un diálogo de saberes, cuando usa una y otra innovación, indistintamente.

El dialogo de saberes es imprescindible para entender el desarrollo orgánico u ontogenético de las tecnologías aplicadas en el manejo del maíz donde convergen, en la misma totalidad funcional, los procesos de diferenciación e integración de elementos (tecnológicos) desigualmente desarrollados en el proceso histórico (Piaget, 1975), como una expresión concreta del desarrollo contradictorio de la agricultura.

El principal factor para aumentar el potencial productivo es la tecnología, entendida como el conocimiento científico aplicado a la producción plasmada en objetos (máquinas y artefactos) o sistemas de gestión y organización de la actividad económica (Katz, 1999). Con la innovación se incorpora nuevos elementos tecnológicos, productos o servicios (radical) y mejorados (progresiva) [Dismukes, 2005].

En este estudio se diseñó un modelo tecnológico validado con productores de maíz de San Nicolás de los Ranchos, Puebla-México en un contexto económico de lo que Rubio (2014), ha denominado el “dominio del hambre” que involucran cruentas batallas por el dominio agroalimentario a nivel mundial, donde los alimentos han jugado un papel central en la pugna por la hegemonía mundial impulsada por los Estados Unidos de Norteamérica.

Para diseñar el modelo tecnológico se evaluaron las tecnologías aplicadas en el manejo de maíz en general, y por los maiceros agrupados por su potencial productivo. La última tipificación permitió conocer el patrón tecnológico que aplicaron los productores eficientes, considerado como el modelo tecnológico, que se plantea transferir a los menos eficientes por razón del establecimiento de faros agroecológicos.

Método

Zonas de estudio

El estudio se realizó en San Nicolás de los Ranchos, Puebla-México, situado en las faldas del Popocatepetl a 40 km de la zona Metropolitana de Puebla. Su clima es frío con lluvias en verano y prevalecen suelos regosoles. Se sembraron 2, 211 hectáreas de secano y el cultivo del maíz cubrió el 61% del área total sembrada en el municipio (SIAP, 2013).

Técnicas de investigación

En la presente investigación se utilizaron cuatro técnicas, que se describen a continuación:

1. Encuesta y determinación del tamaño de muestra

Se aplicó un cuestionario a una muestra de productores del Programa Directo de Apoyo al Campo (PROCAMPO), con preguntas referidas a las condiciones que influyen en el manejo del maíz. El tamaño de la muestra fue $n = 77$ (Cochran, 1977).

$$N = \frac{N Z^2_{\alpha/2} S_n^2}{Nd^2 + Z^2_{\alpha/2} S_n^2} \text{----- Ecuación 1}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra

N = Tamaño de población

d = Precisión

$Z_{\alpha/2}$ = Confiabilidad (distribución normal estándar)

S_n^2 = Varianza

Al aplicarse la ecuación, n fue = a 77.

Para el diseño de la encuesta se incluyeron indicadores de las variables relacionadas con las prácticas agrícolas concretas (preparación del suelo, siembra, labores de cultivo, densidad de plantas, asociación y rotación de cultivos, aplicación de estiércol, etcétera) que el productor lleva a cabo en el manejo del maíz, así como de aquellas condiciones generales que influyeron en este manejo, destacando los: factores demográficos (escolaridad, edad, sexo, estructura de la familia); económicos (ingresos, pluriactividad de los productores, gastos, acceso a medios de producción), disponibilidad que tuvieron los maiceros a la asistencia técnica, al ganado mayor y menor, así como la estructura agraria y agrícola (número, tamaño y cultivo sembrado en las parcelas).

2. Evaluación de tecnologías aplicadas en el manejo de maíz

a) Calculó el Índice de Apropiación de Tecnologías Radicales (IATR), mediante el empleo de la ecuación 1:

$$IATR = \sum_{i=1}^k [(p_i)(SPA_i/PTA_i)] \text{----- Ecuación 1}$$

Donde:

IATR: Índice de apropiación de tecnologías radicales; K=10: Número de componentes del paquete tecnológico recomendado por el INIFAP; Pi: Ponderación otorgada al i-ésimo componente de recomendación; $\sum_{i=1}^k (p_i) = 100$, $i=1,2,\dots, K$; SPAi: Sistema productivo agrícola para el i-ésimo componente de recomendación; $i= 1,2,\dots,k$; PTAi: Paquete tecnológico agrícola para el i-ésimo componente de recomendación; $i=1, 2,\dots,k$, y (SPAi/PTAi): Proporción de tecnología usada, respecto a la recomendada.

Las tecnologías radicales recomendadas están expuestas en el paquete tecnológico generado y recomendado por el INIFAP (Tabla 1). Para estimar su empleo por parte de los maiceros, se contrastaron las recomendaciones hechas por el INIFAP para cada una de las actividades del manejo del maíz que aplicaron los productores en sus parcelas. Se le asignó un valor nominal al paquete tecnológico de 100 unidades y se ponderó¹ con base en el impacto que tiene cada uno de los componente en la productividad del maíz: 10 para fecha de siembra, 20 para variedad, 15 para densidad de población, 25 y 5 para dosis de fertilización y fecha de aplicación del fertilizante, 6 y 4 para tipo y dosis de herbicida, 6 y 4 para tipo y dosis de insecticida y 5 para combate de enfermedades. Se dividieron cada uno de los valores ponderados entre dos: el primer cociente correspondió al uso de la recomendación y el segundo a su manejo adecuado. Por ejemplo, si un productor empleó la variedad recomendada por el INIFAP se le asignó 20 puntos, si usó otra variedad a la que se recomendó se le fijó un valor de 10 unidades, y si no empleó ninguna semilla híbrida, su calificación fue cero.

b) Calculó del Grado de Empleo de Tecnologías Progresivas (GETP) a través de la ecuación 2.

$$\text{GETP} = \sum_{i=1}^k v_i \text{-----} \text{Ecuación 2}$$

Donde:

GETP: Grado de empleo de tecnologías progresivas; K=5: Número de tecnologías progresivas consideradas; Vi: Valor asignado a la i-ésima tecnología progresiva en función de su uso o no. El valor fue 0 si el productor no usó la tecnología o 20 si la utilizó. Para medir el GETP se consideró el uso de insumos y prácticas agrícolas siguientes: semilla criolla, asociación y rotación de cultivos, aplicación de técnicas de conservación de suelo y agua, así como de

¹ La ponderación fue realizada por los Drs. Ricardo Mendoza y Abel Gil Muñoz y Ernesto Aceves, investigadores del Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla. Los tres son especialistas con más tres décadas de experiencia en el manejo del maíz.

estiércol usado como abono orgánico, otorgándole a cada una de ellas un valor de 20 unidades.

c) Construcción de la Tipología de Productores según el valor del IATR y GETP.

Los productores se agruparon según el valor del IATR y GETP en: a) baja (< a 33.33), b) media (33.34-66.66) y c) alta apropiación de tecnología (> a 66.66).

3. Diseño del modelo tecnológico

Abarcó las siguientes fases:

a) Identificación de productores por su potencial productivo: se eligieron a los maiceros de mayor y menor rendimiento y se tasó la diferencia que se dividió entre tres y el cociente se sumó al rendimiento menor para crear tres rangos correspondientes a tipos de productores de bajo, medio y alto rendimiento o eficientes.

b) Evaluación de las innovaciones que aplicaron los productores según su potencial productivo clasificándolos en bajos, medios y altos rendimientos o eficientes.

c) Caracterización del patrón tecnológico de los productores eficientes y de las innovaciones que aplicaron en el manejo del maíz, así como de los tipos de productores según sus rendimientos para analizar la viabilidad de transferir el modelo tecnológico a los menos eficientes.

4. Estimación de la seguridad alimentaria familiar real y potencial de los productores

Con este propósito se aplicó la ecuación 3.

$$ISA = \frac{(R)(SS)/NMF}{500*} \text{-----} (3)$$

Donde:

R = Rendimiento en kg/ha; SS = Superficie sembrada (ha); NMF = Número de miembros de la familia del productor; *Factor que considera que la seguridad se logrará cuando cada miembro consuma 500 kg de maíz/año. Se cree que esta metodología puede aplicarse al estudio del manejo de maíz en cualquier ámbito espacial, si se realiza a nivel local y se comparan tipos de manejo similares: riego *versus* riego, secano *versus* secano.

*Resultados**Uso de innovaciones radicales y potencial productivo*

Comprende el uso de paquetes tecnológicos articulados al paradigma productivista enraizado en la “Revolución Verde”. Desde 1985 en México, el INIFAP es la agencia que atiende las demandas de los productores en investigación agropecuaria y forestal (INIFAP, 2014) y el paquete tecnológico recomendado para el municipio, se expone en el tabla 1.

Tabla 1. Paquete tecnológico recomendado por el INIFAP para el manejo de maíz en San Nicolás, Puebla-México.

Práctica/Innovación*	Recomendación
Fecha de siembra	Entre Marzo-Mayo
Tipo semilla	H-30, H-33, H-34, H-40, H-48, H-50 H-137, H-139, VS-22
Densidad de plantas (ha)	50 mil plantas
Fórmula fertilización	140-60-00 y 110-50-00
Fecha fertilización	Durante la siembra y segunda labor
Tipo herbicida y dosis (ha)	Gesaprím 50 (1 Kg), 500 FW (1.5 L); Gesaprím 50 (1 Kg) más Hierbamina (1 L).
Tipo insecticidas y dosis (ha)	Volatón 2.5%, Furadan 5% o Volatón 5% (12-25 Kg); Folimat 1000 (0.5 L); Parathión (1 L) Metílico 50% o Malathión (1 L) disuelto en 200 L de agua por hectárea.

Fuente: INIFAP, 2009.

* No se consideró el uso de fungicidas porque el INIFAP considera que el empleo de híbridos controla las enfermedades del maíz

Al calcular el IATR (tabla 2) se encontró que: el uso de innovaciones radicales es bajo y disímil, aplicándose menos de la mitad del paquete tecnológico recomendado; no hay correlación significativa entre el empleo de estas tecnologías y el rendimiento ($n=144$; $r=0.0155$; $p=0.8789$), y no hay diferencia estadística significativa entre las medias del rendimiento de los maiceros de baja y media apropiación ($t=-0.6930$; $p=0.4900$), aun cuando en promedio los segundos aplicaron 15.8 unidades más de innovaciones radicales.

Tabla 2. Número de productores, IATR y rendimiento (Kg ha⁻¹) por tipo de productores de San Nicolás, Puebla-México.

Indicador	Baja		Media		Prom. Mpal.	
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
Productores	17	22	60	78	77	100
IATR	28.3		44.1		40.6	
Rendimiento*	1359 a		1343 a		1347	

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2009.

Innovaciones progresivas y potencial productivo

Se refieren a los saberes empíricos que los productores han re-creado en el manejo de maíz. Es un proceso de mejora gradual auspiciado por campesinos, académicos, organizaciones científicas, campesinas y no gubernamentales, etc. Estos saberes son considerados como anecdóticos, superficiales, folclóricos, mitológicos, pre-científicos y pertenecientes al *pasado* de Occidente (Castro, 2007). Este descredito no tiene base científica alguna. Varios estudios desmienten este planteamiento (Hernández, 1988; Rojas, 1988); también los datos empíricos encontrados en esta investigación (tabla 3) muestran que en el manejo de maíz interaccionan tecnologías radicales y progresivas predominando las segundas. Además, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los promedios del rendimiento de los productores de bajo, medio y alto GETP ($p < 0.05$).

Tabla 3. Número de productores, GETP y rendimiento promedio (Kg ha⁻¹) por tipo de productores de San Nicolás de los Ranchos, Puebla, México.

Mpios/Indicador	Baja		Media		Alta		Prom. Mpal.	
	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%	Núm.	%
Productores	9	12	37	48	31	40	77	100
GETP	20		54.1		81.9		61.3	
Rendimiento*	778 a		1285 b		1585 c		1347	

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2009. * Valores seguidos por letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey ($p < 0.05$).

Diseño del Modelo Productor-Innovador

Identificación de los maiceros eficientes. Al aplicar la metodología planteada se encontró que los rendimientos menor y mayor fueron 500 y 2,200 Kg por hectárea; la diferencia fue de 1700 Kg; el valor del cociente fue de 567 Kg y los rangos para maiceros de bajo, medio y alto rendimiento o eficientes fueron, respectivamente, < a 600, 601-1,067 y > 1,635.

Tipos de productores según los rendimientos por hectáreas. Los tipos de productores según sus rendimientos se exponen en el tabla 4, donde se observa que: casi una tercera parte de los productores son eficientes; la diferencia entre rendimientos de maíz fue significativamente mayor entre los productores de medio y bajo rendimientos, que entre los de alto respecto a los de medio (prueba de Tukey $p < 0.05$), y que el aumento del IATR no se refleja en un aumento significativo del rendimiento ($n=144$; $r=0.0908$; $p=0.4324$), pero a mayor GETP el rendimiento fue significativamente superior ($n=144$; $r=0.4621$; $p < 0.0001$).

Estos resultados ratifican que el manejo de maíz en seco, se ha basado en un diálogo de saberes donde interaccionan tecnologías campesinas y modernas, prevaleciendo las primeras.

Tabla 4. Número de productores, IATR, GETP y rendimientos (Kg ha^{-1}), según sus rendimientos de San Nicolás de los Ranchos, Puebla-México.

Mpios/Indicador	Baja		Media		Alta		Prom. Mpal.	
	Núm.	(%)	Núm.	(%)	Núm.	(%)	Núm.	(%)
Productores	27	35	28	36	22	29	77	100
IATR	37 b		32 a		37 b		36	
GETP	59 a		66 b		74 c		66	
Rendimiento	763 a		1438 b		1971 c		1347	

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2009. * Dentro de cada hilera (rendimiento, IATR y GETP), valores seguidos por letras distintas indican diferencias significativas según el test de Tukey ($p < 0.05$).

Caracterización del patrón tecnológico de los productores eficientes. El patrón tecnológico de los productores eficientes (tabla 5) corrobora la relevancia que tienen las innovaciones progresivas aplicadas en el manejo de maíz. Si se comparan este patrón con el del INIFAP se notan discrepancias resaltando:

Tabla 5. Innovaciones utilizadas en el manejo del maíz por los productores eficientes de San Nicolás de los Ranchos, Puebla-México.

Prácticas/tecnologías	Empleo de las prácticas/tecnologías
Conservación de suelos (%)	Bordos (18), terrazas vivas (23) y Zanjas (9). No aplicaron técnicas de conservación de suelo (50)
Fecha de siembra (%)	Marzo (77) y abril (23)
Variedad de semilla (%)	Criollas (100)
Densidad de plantas (ha)	67,900
Asociación de cultivos (%)	Maíz asociado con: frutales y frijol (32), frutales-calabaza (4) y frijol (14). No asociaron cultivos (50)
Rotación de cultivos (%)	Alternancia con: cebada (23), frijol (27), haba (14) y trigo (4). No alternaron cultivos 32
Aplicación estiércol (kg/ha)	1,383 aplicados antes de la siembra
Fórmula de fertilización (%)	Aplicaron 7 formulas predominando: 69-00-00 (36), 92-00-00 (18), 46-00-00 (14) y otras fórmulas (28). No aplicaron fertilizantes (4)
Nombre y dosis de herbicida/ha (%)	Primera labor (41), segunda labor (37) y tercera labor (18).
Nombre y dosis de insecticida/ha (%)	Aplicaron 5 tipos de herbicidas predominando: Esterón 1 L/ha (14), Gesaprím 1Kg/ha (23), Hierbamina (9) y otros tipos (9). No aplicaron herbicidas (45)

Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de la encuesta, 2009.

1. El INIFAP recomendó la siembra de híbridos y la mayoría de los productores cultivaron semillas criollas porque: las prefieren para elaborar tortillas; tienen una adaptación milenaria a los agroecosistemas locales, conferida por su altísima variabilidad, su “pool” genético que se encuentra en permanente cambio (Flores y Sarandón 2014, 181); poseen una productividad estable a través del tiempo, y son pilares de la reproducción ganadera la cual promueve el reciclado de nutrientes y provee a la agricultura fuerza de tracción animal.
2. El agroquímico más usado fue el fertilizante, pero en dosis significativamente menores que las recomendadas por el INIFAP, debido a que en el municipio predominan suelos regosoles que son de formación incipiente y de baja fertilidad.
3. Otro agroquímico comúnmente aplicado es el herbicida sustituto de mano de obra. La exclusión de los productores de maíz de secano de las políticas públicas, ha originado la emigración y senectud de los maiceros, causando el encarecimiento de la fuerza de trabajo en el medio rural. Del total de miembros que integraron a las familias de los maiceros (434 personas), 20% emigraron y la edad promedio de los productores fue de 54.5 años.
4. El agroquímico menos utilizado fue el insecticida. Herrera *et al.* (2005) refieren que la diversidad y abundancia de la artropodofauna es mayor en policultivos que en monocultivos, inhibiendo el perjuicio que ocasionan las plagas.

5. Hay tres actividades (conservación de suelos, asociación y rotación de cultivos) y dos insumos (semilla criolla y estiércol), que el INIFAP no considera en su paquete tecnológico, aun cuando los maiceros los han aplicado cotidianamente.

Los descubrimientos encontrados evidencian que en el manejo de maíz interactúan dos tipos de innovaciones desigualmente desarrolladas en el tiempo: las progresivas de origen campesino y las radicales de origen moderno. Asimismo muestran, que es lo ancestral (innovaciones campesinas) y lo moderno (paquete tecnológico del INIFAP), los cimientos del modelo tecnológico que hay que aplicar para aumentar el potencial productivo y la seguridad alimentaria familiar.

Patrón tecnológico de los productores eficientes y la agroecología

En todos los datos encontrados en este estudio (tablas 2, 3 y 4), se muestra una tendencia que apunta que en el manejo de maíz prevalecen innovaciones progresivas articuladas al paradigma agroecológico, nutrido de un diálogo de saberes y la aplicación del principio de la biomimesis.

Esta ciencia tiene como unidad básica de estudio al agroecosistema. Para Flores y Sarandón (2014), la agroecología tiene como fin estudiar la aplicación de conceptos y principios ecológicos en el diseño y gestión de agroecosistemas; para Garrido (2012) la epistemología de la agroecología consiste en aplicar el principio de la biomimesis en el diseño (y manejo) de los agro(ecos)istemas.

La biomimesis es un rasgo promovido por las tecnologías tradicionales, en especial por los policultivos y en el municipio lo aplicaron la mitad de los productores eficientes, al re-crear una estructura vegetal que consta de varios niveles de vegetación, como los ecosistemas, originando una mayor biodiversidad de flora y fauna.

Altieri y Nicholls (2007, 17), reporta que los sistemas tradicionales de cultivos intercalados y agroforestales imitan los procesos naturales. Este uso de analogías naturales sugiere principios para el diseño de sistemas agrícolas que utilizan de forma efectiva la luz solar, los nutrientes del suelo, la lluvia y los recursos biológicos. Aseguran que diversos científicos reconocen ahora que los sistemas tradicionales de cultivo pueden servir de modelos de eficiencia, ya que incorporan el manejo cuidadoso del suelo, agua, nutriente y recursos biológicos.

La mayor eficiencia es atribuida a la complementariedad de las interacciones entre los componentes bióticos y abióticos asociados en el agroecosistema y que aisladamente ningún elemento tiene la capacidad de generar.

Características de los tipos de productores por su rendimiento

La transferencia del patrón tecnológico de los eficientes a los menos eficientes, mediante la siembra de faros agroecológicos, puede facilitarse porque la mayoría de los productores lo han aplicado y se adecua a las condiciones generales y concretas que influyen en el manejo de maíz (tabla 6). En estos datos se nota que los tipos de maiceros ostentan condiciones de vida razonablemente similares, pero los de alto rendimiento se caracterizan porque:

Tabla 6. Rasgos socioeconómicos y disponibilidad a medios de producción, según el rendimiento de los productores de San Nicolás de los Ranchos, Puebla-México.

Indicadores	Bajo	Medio	Alto	Prom. Mpal.
Edad (años)	58.5	52.4	52.1	54.5
Remesas (\$/mes/ <i>per cápita</i>)	112	94	91	100
Gasto promedio (\$/mes/ <i>per cápita</i>)	726	657	648	677
Autoconsumo de maíz (%)	78	36	9	43
Autoconsumo y venta de maíz (%)	22	64	91	57
Pluriactivos primarios ¹ (%)	15	64	100	57
Pluriactivos secundarios ² (%)	70	25	0	34
Maicero ³ (%)	15	11	0	9
Área sembrada maíz (promedio ha)	2.3	2.8	3.6	2.8
Área de traspatio (m ² promedio)	191	197	356	240
Recolección de bienes (%)	96	93	100	95
Posesión de tractor (%)	7	7	18	10
Posesión de yunta (%)	43	54	77	57
Ganado mayor (núm. cabezas/promedio)	1.2	2.2	6.9	3.2
Ganado menor (núm. cabezas/promedio)	9.8	12.4	23.3	14.6

Fuente: elaboración propia con datos de la encuesta, 2009. ¹ Productores que cultivaron maíz y realizaron otras tareas en el sector primario; ² Productores que cultivaron maíz y realizaron otras tareas en los sectores secundario y terciario; ³ Productores que sólo sembraron maíz.

1. Poseen en promedio menor edad, accediendo levemente a más fuerza de trabajo, debido a que el manejo progresivo del maíz es más intensivo en este recurso.
2. Obtienen menores ingresos y remesas.
3. Han diversificado sus tareas en el sector primario afines al manejo de maíz, y los de bajo y medio rendimiento en los sectores secundario y terciario. Los productores que realizaron tareas referidas sólo con el manejo de maíz son los más viejos, con una edad promedio de 66

años. Los maiceros eficientes han diversificado sus tareas en el sector primario y tienen menores ingresos y los de bajo y medio en actividades secundarias y terciarias, originando un aumento del ingreso de estos productores (De Grammont, 2009, 274) y, al mismo tiempo, una reducción de su renta agrícola (Anseeuw and Laurent, 2007, 2). La pluriactividad, ocasiona menor especialización y regresión tecnológica. Una mayor regresión tecnológica se manifestará en menores rendimientos unitarios.

Los faros agroecológicos y potencial productivo

Son concebidos como una cultura de articulación institucional para acercar a los profesionales y campesinos, plantear una nueva cultura agraria, reconocer y revalorizar la cultura campesina, y transitar por la agricultura campesina a una propuesta agroecológica (Ranaboldo y Venegas, 2007). Tienen como objetivo transferir el patrón tecnológico de los productores eficientes para incrementar el potencial productivo y la seguridad alimentaria de los productores menos eficientes.

Seguridad alimentaria familiar real

La estructura familiar de los maiceros fue de 401 individuos. Al estimar la seguridad alimentaria familiar real se encontró que: 57% de personas la alcanzaron; cada miembro familiar dispone en promedio al año de 726 kg; cada persona con seguridad alimentaria produce un excedente de 767 kg que venderían en los mercados local y/o regional, pero los que no cuentan con seguridad tienen que adquirir en el mercado 253 kg/año.

Seguridad alimentaria familiar potencial

Si se transfiere el patrón tecnológico de los productores eficientes a los de bajo y medio rendimiento, el potencial productivo se incrementaría, respectivamente, en 157% y 38%; al estimar la seguridad alimentaria con los rendimientos potenciales se encontró que: cada miembro familiar dispondría en promedio de 1,035 kg; 81% de las unidades económicas alcanzarían la seguridad alimentaria; del total de maíz producido los productores con seguridad alimentaria aportarían 93%; cada miembro familiar con seguridad alimentaria tendrían un *superávit* de 844 kg, que comercializarían en los mercados local y/o regional, y los que no poseen seguridad alimentaria tendrían un *déficit* de grano de 225 kg/año, debiendo de adquirir en el mercado 45% del maíz que consumen.

Pretty *et al.* (2011) evaluaron 40 proyectos de 20 países africanos donde se intensificó el manejo de cultivos durante 2001-2010 a través del mejoramiento de las cosechas, la lucha

integrada contra plagas, la conservación de suelos y la agroforestería. En 2010, el rendimiento medio se multiplicó por 2.13, incrementado la producción total de alimentos en 5.8 millones de toneladas al año, equivalente a 557 kg por familia/año.

El Movimiento Campesino a Campesino incrementó los rendimientos del maíz de media tonelada por hectárea a tres, como resultado de fabricar compost, de hacer rotaciones con leguminosas e intercalar nuevos cultivos en las parcelas de Vicente Guerrero del municipio de Españita, Tlaxcala-México (Holt, 2008).

En cambio en México, los rendimientos de maíz en secano en un periodo de 30 años pasaron de 1,650 kg/ha en 1980 a 2,210 kg/ha en 2010; es decir, aumentaron 18.7 kg por ha/año (SIAP, 2014). La razón de este comportamiento productivo se debió esencialmente a que el Estado mexicano le ha apostado al manejo convencional del maíz, desdeñando las múltiples formas de manejo agroecológico que prevalecen en nuestro país a nivel local.

Conclusiones

En el manejo del maíz co-existen tipos de productores con potencial productivo diferenciado, destacando los eficientes, que se caracterizaron porque aplicaron un modelo tecnológico recreado de forma gradual, cimentado en un dialogo de saberes y la aplicación de practicas que imitan la estructura vegetacional y funcional de los ecosistemas, lo que le confirió mayor potencial productivo. Este modelo se ha erigido como resultado de acción reciproca de innovaciones desigualmente desarrolladas en el proceso histórico, donde lo ancestral (innovaciones campesinas), desdeñado por los modernizadores del campo, y lo moderno (paquete tecnológico del INIFAP), alumbró la senda nueva que hay que aplicar en el manejo de la milpa para incrementar su potencial productivo y la seguridad alimentaria familiar de los productores de maíz de secano.

La metodología que sostiene a este modelo tecnológico puede aplicarse al estudio de las condiciones generales y concretas que influyen en el manejo de maíz en otros ámbitos espaciales, con la condición de que se efectuó a nivel local y se comparen sistemas agrícolas similares: riego *versus* riego, secano *versus* secano.

Agradecimientos

A FOMIX-CONACYT y a la BUAP por el financiamiento otorgado para efectuar este estudio.

Referencias

Altieri, M., y Nicholls, C. (2007). Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Icaria Editorial, 248 p.

Anseeuw, W., Laurent, C. (2007). Occupational paths towards commercial agriculture: The key roles of farm. *Elsevier Science*. 70(4): 659-671.

Cochran, W.G. (1977). Sampling Techniques, 3rd Ed. John Wiley & Sons Inc., New York, 428 p.

De Grammont, H. (2009). La nueva estructura ocupacional en los hogares rurales mexicanos. En De Grammont, Hubert y Luciano Martínez Valle (Coords.) La pluriactividad en el campo mexicano. pp. 273-303. FLACSO, Ecuador.

Dismukes, J.P. (2005). Information Accelerated Radical Innovation. From Principles to an Operational Methodology. *The Industrial Geographer*. 3(1): 19-42.

Escalante, R. (2006). Desarrollo rural, regional y medio ambiente. *Revista Economía* 3(8): 69-94.

FAO, FIDA y PMA (2013). “El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2013. Las múltiples dimensiones de la seguridad alimentaria”. Roma, 63 pp.

FAOSTAT. (2013). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, estadísticas. Disponible en <http://faostat.fao.org/>. (25 Mayo 2015).

Flores, C.C., Sarandón, S. (2014). Desarrollo y evolución de los ecosistemas. En: En Sarandón, S. J., y Claudia Cecilia Flores (editores). Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de AES sustentables, facultad de ciencias agrarias y forestales, ISBN 978-950-34-1107-0, Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Garrido, F. (2012). Ecología política y agroecología: marcos cognitivos y diseño institucional. *Revista Agroecología*. 6: 21-28.

Herrera, J., Cadena, P., San-Clemente, A. (2005). Diversidad de la artropodofauna en monocultivo y policultivo de maíz (*Zea mays*) y habichuela (*Phaseolus vulgaris*). *Boletín del Museo de entomología de la Universidad del Valle*. 6(1): 3-23.

Holt, G.E. (2008). *Campesino a campesino: Voces de Latinoamérica Movimiento Campesino para la Agricultura Sustentable*, Managua Nicaragua, 294 pp.

INIFAP. (2009). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Base de datos CD-ROM. Paquete tecnológico para el cultivo de maíz, Distrito de Desarrollo Rural de Izúcar de Matamoros, Puebla-México.

INIFAP. (2014). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Disponible en <http://www.inifap.gob.mx/>. (15 Junio 2015).

Hernández, E. (1988). La agricultura tradicional en México. *Comercio Exterior*. 38(9): 673-678.

Katz, C. (1999). La Tecnología como Fuerza Productiva Social: Implicancias de una Caracterización. *Quipú*. 12: 371-381.

Lander, E. (2000). La colonialidad del saber: eurocentrismo y ciencias sociales. Perspectivas latinoamericanas. Buenos Aires, Argentina: CLACSO. 248 pp.

ONU. (1948). Organización de las Naciones Unidas. Asamblea General de Naciones Unidas, en su resolución 217 A (III), del 10 de diciembre de 1948.

Piaget, J. (1975). Introducción a la epistemología genética. Argentina, Trad. María Teresa Carrasco-Víctor Fischman. Buenos Aires: Editorial Paidós. 80 pp.

Pretty, J.C., Toulmin, R., Williams, S. (2011). Sustainable intensification in African agricultural. *International Journal of Agricultural Sustainability*. 9(1): 5-24.

Ranaboldo, C., Venegas, C. (2007). Escalonando la agroecología. Procesos y aprendizajes de cuatro experiencias en Chile, Cuba, Honduras y Perú. Plaza y Valdés. 186 pp.

Rojas, R. (1988). Las siembras de ayer. La agricultura indígena del siglo XVI.

Rubio, B. (2014). El Dominio del Hambre: crisis de hegemonía y alimentos. Universidad Autónoma de Chapingo; Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma de Zacatecas y Juan Pablos Editor.

SIAP. (2013). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Series históricas de superficie sembrada y cosechada, SAGARPA. Disponible en <http://bit.ly/1195bJS>. (10 Junio 2015).

Turrent, A., Wise, T., Garvey, E. (2012). Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. Reporte 24. Mexican Rural. Development Research Reports. 38 pp.

Warman, A. (2001). El campo mexicano en el siglo XX. Fondo de Cultura