

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the runner bean (*Phaseolus coccineus* L.): Productive options for small farmers at Los Volcanes micro-region in Puebla, Mexico

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y ayocote (*Phaseolus coccineus* L.): Opciones productivas para los pequeños agricultores de la microrregión Los Volcanes en Puebla, México

Mendoza-Robles, Ricardo^{1*}; Hernández-Romero, Ernesto¹

¹Colegio de Postgraduados Campus Puebla. Boulevard Forjadores de Puebla No. 205, San Pedro Cholula, Puebla, México. C. P. 72760.

*Autor para correspondencia: rimeros52@hotmail.com

ABSTRACT

Objective: To analyze the productive efficiency of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the runner bean (*Phaseolus coccineus* L.) as single crop and associated with corn, and compare the current productions with those of experimental studies previously done at Los volcanes micro-region in the state of Puebla, Mexico.

Design/methodology/approach: The commercial yields of 2015-2018 were estimated, and to evaluate the single crops with associates, their productive efficiency-PE (land equivalent ratio) was calculated. These results were compared with those of trials carried out in 1978-1984, when the technology for common bean and runner bean was generated.

Results: When long guide common bean were associated with corn, the average total PE was higher (1.74), indicating that the association increased yields by 74% in comparison to single bean and corn crops. The average yields of bush common beans, runner bean and hybrid corn under irrigation as single crops were 2.2, 4.4 and 11.8 tons per hectare, respectively.

Limitations/implications: Case study, carried out in a plot, where the commercial productive potential is estimated, among other investigations.

Findings/conclusions: The best productive options are common bean and runner bean in association with corn due to their higher PE. The runner bean associated to corn, due to its high biomass production, causes greater competition in corn than common bean, but the yields of corn+bean and corn+runner bean are similar. The single cultivation of these legumes is also important because the prices they reach, which are higher than those of corn. The technology experimentally generated in bush beans and trellises (supports made of wood, wire and thread), in a previously stage, is considered that it has been incorporated by small farmers currently involved.

Keywords: Legumes, productive efficiency, associated crops.

RESUMEN

Objetivo: Analizar la eficiencia productiva del frijol común y ayocote en cultivo simple y en asociación con maíz, y comparar las producciones actuales con aquellas de trabajos experimentales realizados previamente en la microrregión de Los Volcanes, Puebla, México.

Diseño/metodología/aproximación: Se estimaron los rendimientos comerciales de 2015-2018, y para evaluar los cultivos simples con los asociados se calculó su eficiencia productiva-EP (relación de superficie equivalente). Estos resultados se confrontaron con los de trabajos realizados de 1978-1984, cuando se generó la tecnología para frijol y ayocote.

Resultados: Cuando el frijol se asoció al maíz la EP total promedio fue mayor (1.74), lo que indica que la asociación incrementó los rendimientos en 74% en comparación con los cultivos simples de frijol y maíz. En la asociación maíz-ayocote la EP fue menor (1.45). Los rendimientos promedio de frijol arbustivo, ayocote y maíz híbrido bajo riego como cultivos únicos fueron de 2.2, 4.4 y 11.8 t ha⁻¹, respectivamente.

Limitaciones/implicaciones: Estudio de caso, realizado en una parcela, donde se estima el potencial productivo comercial, entre otros trabajos.

Hallazgos/conclusiones: Las mejores opciones productivas son el frijol y ayocote en asociación con maíz debido a su mayor EP. El ayocote asociado al maíz, por su elevada producción de biomasa, provoca una mayor competencia en el maíz que el frijol, pero los rendimientos de maíz+frijol y maíz+ayocote son similares. El cultivo simple de estas leguminosas es importante también por los precios que alcanzan, superiores a los del maíz. La tecnología generada experimentalmente en frijol arbustivo y en espalderas, en una etapa anterior, ha sido incorporada por productores involucrados actualmente.

Palabras clave: Leguminosas, eficiencia productiva, cultivos asociados.

INTRODUCCIÓN

En el estado de Puebla, México, la importancia del maíz (*Zea mays* L.) y frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) queda demostrada por las superficies destinadas a sus cultivos (70 y 15%, respectivamente) y porque siguen siendo la base de la dieta de la población rural. A nivel nacional, entre los granos y oleaginosas, el maíz y frijol representan el 66.7 y 2.6% de la producción obtenida, donde el principal productor es el estado de Sinaloa con un rendimiento promedio de 10.9 t ha⁻¹ de maíz mejorado en 472,000 ha, mientras que el estado de Puebla contribuye con un rendimiento de 1.9 t ha⁻¹ en 555,000 ha (el 58% con semilla criolla) (GCMA, 2019).

También en maíz, en el ámbito nacional, la superficie promedio anual sembrada entre 1980 y 2017 fue aproximadamente de 8 millones de hectáreas, lo que se asoció a una fluctuación en el volumen de producción de 12.4 a 27.8 millones de toneladas (esto indica un incremento en los rendimientos), en el mismo periodo, y un promedio de alrededor de 18 millones de toneladas (CEDRSSA, 2019). En el caso de frijol en ese periodo, la superficie sembrada fue de más o menos 2.0 millones de ha y una producción de 1.0 millones de ton, anualmente, con fluctuaciones de 1.5 a 2.4 millones de ha y 0.6 a 1.4 millones de ton.

En ambos cultivos, maíz y frijol, la tendencia en la superficie sembrada durante la primera mitad del periodo indicado fue al alza, sin embargo, durante la

segunda mitad fue a la baja, lo que pareciera que los precios de garantía habían proveído un mejor incentivo para incrementar la superficie en el primer periodo, si bien en el segundo continuó aumentando la producción de maíz y se mantuvo la de frijol como consecuencia del incremento en los rendimientos, asociado esto al uso de un mejor nivel tecnológico.

Empero, el precio del maíz criollo y mejorado con una alta calidad nixtamalera, actualmente se ha estancado dado que en la Sierra Nevada del estado de Puebla, llega a ser muy bajo (\$3.00-3.50 por kg), cuando el precio de la tortilla es de \$10.00 kg o mayor. Y por otra parte, es un cultivo muy demandante de insumos y mano de obra durante la cosecha, la cual es escasa, lo que ha desestimado a los productores en relación con su siembra. Por el contrario, el frijol presenta mejores precios (cinco veces el valor del maíz) y resulta ser significativamente menos costoso en cuanto a uso de semilla (criolla, no se cuenta con variedades mejoradas), de fertilizantes (dosis más bajas) y en la cosecha, si bien es menos productivo que el maíz. Por lo que existe una tendencia, según el testimonio de productores, hacia una reconversión productiva que consiste en reducir la proporción de siembras de maíz y a incrementar en lo posible el cultivo de leguminosas: frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y frijol ayocote (*Phaseolus coccineus* L.), entre otras especies.

El objetivo de este trabajo fue analizar la eficiencia productiva del frijol y ayocote, en cultivo simple y en asociación con maíz, frente al maíz sembrado como cultivo único, como una forma de ofrecer alternativas de producción a los agricultores

de la Sierra Nevada. Así como también, comparar las producciones de frijol arbustivo, enredador y ayocote que se están obteniendo actualmente con aquellas de trabajos experimentales realizados previamente, cuando se generó tecnología y recomendaciones sobre prácticas de producción en estos cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el periodo de 2015-2018 se evaluó la producción comercial de frijol, ayocote y maíz establecidos entre hileras de frutales, tanto en cultivo simple como en forma asociada (maíz-frijol y maíz-ayocote) (Mendoza y Hernández, 2018). El trabajo se realizó en una parcela de 2.4 ha de San Lorenzo Chiautzingo, Puebla, mientras que en 2018 se estimó la producción de frijol enredador en espalderas en San Felipe Teotlalcingo, donde este cultivo se ha venido estableciendo en pequeños lotes comerciales (3-6 hileras de 150 m aproximadamente). Esto con el propósito de medir la eficiencia relativa de la tierra (ERT) o eficiencia productiva asociada a dichos sistemas agrícolas (Mead y Willey, 1980).

En este estudio la eficiencia se calcula con la siguiente expresión:

$$ERT = [(RMI / RMS) + (RFI / RFS)]$$

donde R =Rendimiento, M =Maíz, F =Frijol, I =Intercalado y S =Solo o simple; en el caso de ayocote (A) se sustituye la A en lugar de la F en la ecuación anterior.

Por otra parte, en este documento se analizan trabajos experimentales realizados en un periodo anterior (1978-1984) con el propósito de generar y difundir tecnología en frijol y ayocote (Mondragón *et al.*, 1978-1984; Caballero *et al.*, 1976), cuyos rendimientos se comparan con los obtenidos actualmente (2015-2018), y de esta forma poder evaluar los logros actuales en el tema de apropiación de tecnología en relación con el uso de recomendaciones generadas previamente. Tanto las parcelas comerciales evaluadas recientemente como aquellas experimentales del periodo anterior, han sido establecidas en condiciones similares de suelo, clima y manejo, o sea, en el agrosistema de suelos profundos, con textura suelta (arena limosa) y que se manejan en humedad residual (CIMMYT, 1974). En la Figura 1 se presenta un mosaico fo-

tográfico de los tipos de cultivos de frijol y ayocote que fueron evaluados (Castillo *et al.*, 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Establecimiento de lotes y estimación de rendimientos en cultivos cíclicos

En el Cuadro 1 se observa que las eficiencias productivas de las asociaciones de maíz híbrido-frijol y maíz híbrido-ayocote son significativamente superiores, en todos los casos, a las de cultivos simples de cada especie (maíz, frijol y ayocote), que son de 1.0 en los tres casos (Figura 2). Sin embargo, está clara la mayor eficiencia productiva a favor de la asociación maíz-frijol sobre la de maíz-ayocote, como es lógico, por la mayor cantidad de biomasa que produce el ayocote (rendimiento de grano y de paja), lo que provoca un mayor acame o un más intenso doblado de las puntas del maíz, por lo que el ayocote ejerce una mayor competencia que el frijol al maíz.

En cambio, los rendimientos de ayocote superan en 50% a los de frijol en el sistema de asociación y en 100% en el caso de cultivo simple (Figura 3), por lo que la mayor o menor importancia de cada una de estas especies va



Figura 1. Sistemas de producción de frijol estudiados en Puebla (fotos de 2018).

Cuadro 1. Rendimientos comerciales (kg ha⁻¹) de ayocote, frijol común criollo y maíz híbrido bajo riego y Eficiencias Relativas de la Tierra (ERT) en Chiautzingo, Puebla, México.

Ciclo agrícola	Ayocote-1		Maíz Niebla [®]		ERT asociación ayocote-maíz ¹		
	Simple ²	Asociado	Simple	Asociado Ay	Ayocote	Maíz Ni	Total
2015 ³	2,944 b	2,270 b	16,160 a	11,120 a	0.77	0.69	1.46
2016	5,167 a	3,786 a	12,573 b	9,430 a	0.73	0.75	1.48
2017	4,662 a	2,960 ab	10,676 c	7,399 b	0.63	0.77	1.41
2018	4,786 a	No aplica	8,877 bc	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
Promedio	4,390 a	3,005 b	12,072 a	9,316 b	0.68	0.79	1.47
Ciclo	Ayocote-2		Maíz Cacahuacintle		Ayocote	M Cahah	Total
2018	4,786	817	2,686	1,026	0.17	0.38	0.55
Ciclo agrícola ³	Frijol-1		Maíz Niebla [®]		ERT asociación frijol-maíz ¹		
	Simple ²	Asociado	Simple	Asociado Fr	Frijol	Maíz Ni	Total
2015	1,597 b	1,473 a	16,160 a	12,899 a	0.92	0.8	1.72
2016	2,727 a	2,235 a	12,573 b	10,375 b	0.82	0.83	1.64
2017	1,962 ab	2,232 a	10,676 c	9,595 b	1.14	0.9	2.04
2018	2,484 ab	1,684 a	8,877 c	7,530 c	0.68	0.85	1.53
Promedio	2,193 c	1,906 c	12,072 a	10,100 b	0.89	0.84	1.73
Ciclo	Frijol-2		Maíz Criollo		Frijol	Maíz Cr	Total
2016	2,727	1,434	13,681	10,568	0.53	0.77	1.3

¹ Las ERT de maíz híbrido, frijol y ayocote como cultivos simples son de 1.0, valor que es considerablemente menor a las ERT totales de las asociaciones, lo que indica la medida en que estas son más productivas que los cultivos simples (en promedio 73% más en maíz-frijol y 47% más en maíz-ayocote). En el caso de la asociación maíz criollo-frijol la ERT es aún menor (30%), por lo cual este policultivo también es viable, en cambio, la asociación maíz cacahuacintle-ayocote no es factible porque su ERT es menor a 1.0 (fluctuó de 0.23-0.55). Lo que indica que su eficiencia es negativa (este maíz no sirve de soporte al ayocote y seguramente tampoco al frijol dado el rendimiento tan bajo de ayocote obtenido en asociación), por lo que en este caso el cultivo simple de maíz cacahuacintle (harinoso, para pozole) es una mejor opción.

² Los sistemas de cultivo de frijol y ayocote (cursiva), maíz (negrita) y los ciclos agrícolas (años) con las mismas letras son similares estadísticamente según la prueba de rango estudentizado de Tukey ($\alpha=0.05$).

³ La fórmula de fertilización aplicada en maíz durante 2015 fue la 200-70 (kg ha⁻¹ de N-P₂O₅), en frijol de mata la 60-40 y en ayocote arbustivo la 150-46 (estimada por entrevista), y en los años subsecuentes se aplicó aproximadamente lo mismo. Las densidades de población promedio estimadas de 2015-2018 fueron: 37,700 plantas ha⁻¹ en maíz asociado al frijol, 11,800 en frijol asociado al maíz, 42,200 en maíz asociado al ayocote, 13,000 en ayocote asociado al maíz, 47,000 en maíz solo, 85,400 en frijol solo y 48,400 en ayocote solo. Las variedades nativas empleadas en frijol y ayocote arbustivo y ayocote enredador fueron: pinto, morado y multicolor; en frijol enredador fueron el negro (2015, 2017 y 2018) y el mantequilla (2016).

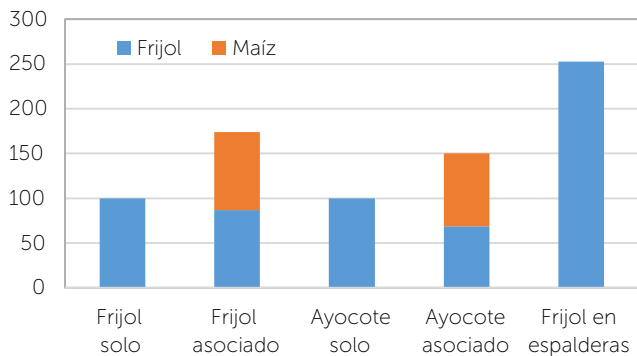


Figura 2. Eficiencia productiva (%) por cultivo.

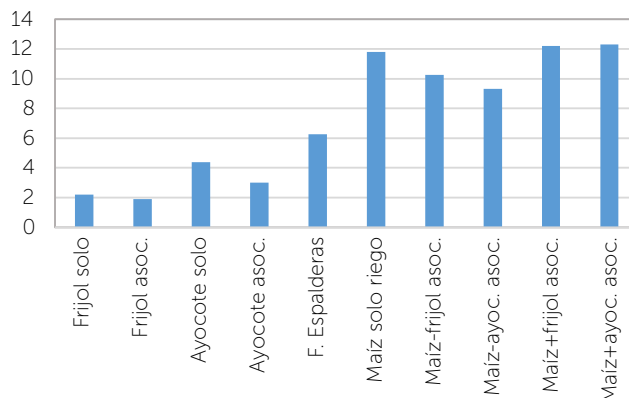


Figura 3. Rendimiento (t ha⁻¹) por cultivo.

a depender de los riesgos, usos e ingresos que de ellas se puedan generar. La mayor eficiencia en el caso de las asociaciones se constata al observar la suma de los rendimientos de maíz y frijol y los de maíz y ayocote, que igualan o superan al rendimiento de maíz como cultivo único, más aún si se considera el aspecto económico, por el mayor precio que alcanzan el frijol y ayocote. Y es que además se ha constatado que el sistema de frijol asociado al maíz puede darse en un marco de cultivo sedentarizado, o sea, de su producción en forma continua a través del tiempo, lo cual no es así en el caso de las fabáceas que implican el uso de esquemas de rotación anual con gramíneas (Díaz y Ocampo, 2016), principalmente con el maíz, lo que es una deficiencia cuando se requiere producir frijol o ayocote en cada ciclo agrícola en el mismo terreno.

Los resultados anteriores indican que es posible alcanzar, tanto en maíz como frijol en cultivo simple, rendimientos muy superiores a los que se obtienen en México y el estado de Puebla (menos de 3 t ha^{-1} de maíz y menos de 1 t de frijol) (Carranza y Jaramillo, 2017; Ayala *et al.*, 2008). Sin embargo, esto resulta complejo de comparar debido a las diferencias de escala (una parcela contra los promedios nacional y estatal), aunque por otro lado es un indicador del potencial productivo comercial de la región de Los Volcanes cuando estos cultivos reciben un manejo técnico adecuado, además de riego en maíz o bien en temporal (Regalado *et al.*, 2017).

En las Figuras 4 y 5 se presentan las tendencias en cuanto al cambio de cultivos en la parcela por razones de precios y del valor de los productos, principalmente. Se observa que hay una predisposición de los productores al incremento de las siembras asociadas de maíz híbrido-frijol (por su resistencia al acame), de ayocote y amaranto; a mantenerse en maíz criollo y frijol, y a reducir las en maíz criollo-calabaza, maíz híbrido-ayocote (por mayor competencia) y chile (por enfermedades en este caso). O sea, una tendencia a disminuir la proporción de siembras donde se incluye al maíz (25%), a aumentar las de frijol y ayocote (48%) y a utilizar otras especies como el amaranto y chile (34%).

Investigación realizada previamente en la microrregión

Uno de los objetivos, entre otros, para obtener la información del Cuadro 1 ha sido el de comparar los rendimientos de frijol que han venido generando recientemente las familias involucradas en la parcela de estudio,

con los rendimientos también comerciales logrados en parcelas demostrativas y experimentales en un periodo anterior, conjuntamente entre investigadores y productores. En esa época el propósito fue estudiar la respuesta del frijol a varios factores de la producción, así como, estimar el potencial de producción comercial, y promover su utilización (Cuadros 2 y 3).

Lo que se observa es una respuesta importante y positiva a la fertilización con nitrógeno y fósforo y a la densidad de población de frijol de mata (Cuadro 2), con un rendimiento promedio de 2.2 t ha^{-1} asociado al mejor tratamiento, lo cual coincide con la producción del mismo tipo de frijol en la parcela actual. Dicha producción supera ampliamente las de frijol negro mejorado (con origen criollo) obtenidas en varias regiones del país, en promedio de 1.4 t ha^{-1} (López *et al.*, 2011), si bien en algunos ambientes se lograron rendimientos semejantes a los de este trabajo (parcelas de Puebla).

Lo anterior indica que algunos productores como los de este estudio ya alcanzaron dicho potencial productivo de frijol, y que por lo tanto han duplicado o triplicado las producciones que se obtenían antes de la instrumentación de acciones sobre generación y difusión de

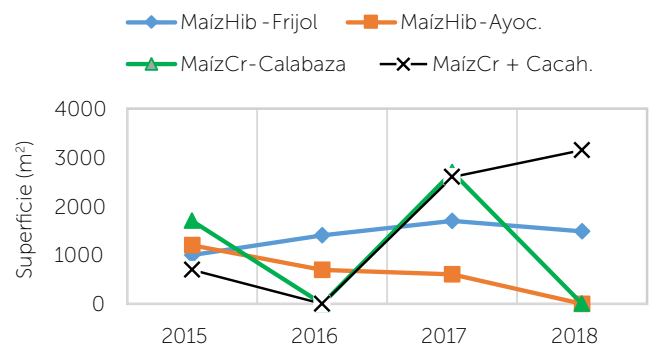


Figura 4. Siembras de maíz híbrido y criollo y su asociación con frijol, ayocote y calabaza.

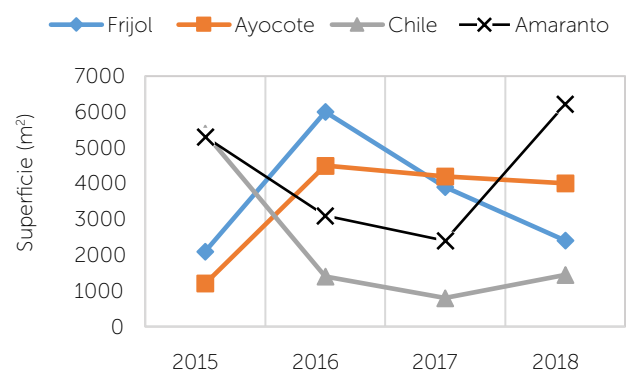


Figura 5. Siembras de cultivos simples de frijol, ayocote, chile y amaranto.

Cuadro 2. Rendimientos comerciales de frijol arbustivo (mata) asociados a varios tratamientos de fertilización y densidad de población en lotes demostrativos.

Periodo	N (kg ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Gallinaza (t ha ⁻¹)	Dens. Pob. (miles pts ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	
					1978	1979
1978-1979	0	0	0	60	1,971	923
	60	60	0	60	2,293	1,385
	60	60	0	120	2,766	1,740
	60	60	3	120	2,260	1,892
Año	N (kg ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Gallinaza (t ha ⁻¹)	Densidad de Población (miles plantas ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	
					Sitio 1	Sitio 2
1981	60	60	0	120	2,412	2,574
1982	60	60	0	120	1,631	2,240
1984	60	60	0	120	2,159	2,513
Promedio	60	60	0-3	120	2,246	2,192

tecnología en la región (CIMMYT, 1974). Aun tomando en cuenta que esos rendimientos fueron logrados bajo el régimen de temporal o seco, donde se presentaron condiciones limitativas, dado que en un ciclo agrícola la precipitación pluvial fue del 50% del promedio anual (1982) y en otro se presentó una fuerte helada en la etapa reproductiva del cultivo (1979).

Por otra parte, información del Cuadro 3, referente a parcelas demostrativas de frijol de guía larga en espalderas, también en parte de un periodo anterior en que se realizó investigación para generar y difundir tecnología para este cultivo, indica que es factible lograr producciones de más de 3.5 t ha⁻¹ de frijol común y del orden de 7 t ha⁻¹ de ayocote. En estos casos se puede considerar que el frijol fue afectado por la altura de la espaldera (menor), entre otros factores relacionados con plagas y enfermedades, no así el ayocote, si bien en 1979 ambos cultivos sufrieron fuertes daños por una helada de septiembre, que redujo los rendimientos de frijol a una quinta parte y los de ayocote a la mitad de lo esperado.

En el Cuadro 4, también en frijol enredador en espalderas, se observa una respuesta (tendencia clara) a niveles de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio de 100,

150 y 80 (kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ y K₂O), a la aplicación de gallinaza de 15 t ha⁻¹ y a distancias entre plantas sobre la hilera de 10-15 cm. Se aprecia también que las variedades de frijol presentan la misma respuesta mientras que la especie sí influye en forma preponderante, dado que el ayocote supera al frijol en 3.5 t ha⁻¹ (diferencia altamente significativa), donde el frijol se asocia con rendimientos que fluctúan de 5.0-6.8 t ha⁻¹, con promedio de 5.7, en el caso de los mejores tratamientos de cada factor de la producción.

Estos resultados son muy aproximados a los registrados en 2018 en una parcela comercial de frijol en espalderas (600 m²) de San Felipe Teotlalcingo, donde se estimó una producción equivalente de 6.2 t ha⁻¹ (Figura 3), que superó estadísticamente a los demás sistemas de cultivo de frijol, en la que el productor proyectaba obtener 1 kg m⁻¹ de frijol (450 kg, correspondiente a 7.5 t ha⁻¹). La fórmula de producción utilizada, ajustada para aplicación comercial, fue la 80-90-60 (kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O), con una densidad de 22 mil plantas ha⁻¹ y se usó la variedad mantequilla.

Cuadro 3. Rendimientos de frijol y ayocote de guía larga en espalderas en lotes demostrativos.

Año ²	Especie	Rendimiento (kg ha ⁻¹) ¹	
		Sitio 1	Sitio 2
1978	Frijol común	3,262	No aplica
	Ayocote	6,995	
1979	Frijol común	757	No aplica
	Ayocote	3,660	
1981	Frijol común	3,489	2,649
	Ayocote	7,627	6,751

¹Todos los tratamientos incluyeron la fórmula de producción 50-100-100 (kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O) con 10 t ha⁻¹ de gallinaza, la siembra se realizó a una distancia entre plantas de 10 cm y entre surcos de 1.2 m y la altura de las espalderas fue de 2.0 m.

²En 1979 los rendimientos sufrieron daños severos por la ocurrencia de heladas durante la etapa reproductiva (septiembre).

CONCLUSIONES

Las mejores opciones tecnológicas son el frijol y ayocote en asociación con maíz debido a su

Cuadro 4. Respuesta del frijol enredador en espalderas a varios factores controlables de la producción en Capultitlán, Puebla, México, 1976.

N ¹ (kg ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	K ₂ O (kg ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
100	6,044 c	100	4,857 c	0	5,134 c
150	5,134 c	150	5,134 c	40	5,245 c
200	6,037 c	200	5,060 c	80	6,057 c
Gallinaza (t ha ⁻¹) ²	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Dist. Plantas (cm)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Variedad Especie ²	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
5	5,040 c	5	5,041 c	Mantequilla	5,021 c
10	5,134 c	10	5,134 c	Amarillo	5,102 c
15	6,779 c	15	3,471 c	Ayocote-3m	8,495 b
No aplica	No aplica	20	4,887 c	Ayocote-5m	11,749 a

¹ Los significados de los tratamientos son: N=Nitrógeno, P₂O₅=Fósforo, K₂O=Potasio, Gallinaza=Estiércol de gallina, Distancia entre plantas (densidades de 167, 83, 62 y 42 mil plantas ha⁻¹, respectivamente), Ayocote 3 m y 5 m=Alturas de las espalderas de 3 y 5 metros.

² Todos los demás tratamientos incluyeron 10 t ha⁻¹ de gallinaza y una altura de espaldera de 3 m.

a,b,c: Tratamientos con las mismas letras son estadísticamente similares, prueba de DMS ($\alpha=0.01$).

mayor eficiencia productiva, y porque mediante la asociación estas leguminosas pueden producirse en forma sedentaria (más continua en el mismo terreno).

El cultivo simple y asociado de maíz híbrido bajo riego se asocia con una alta productividad, pero tiene la desventaja de su menor precio de venta y, cuando se cultiva asociado con frijol o ayocote, se presenta un efecto depresivo en su rendimiento.

Los cultivos simples de frijol y ayocote también son buenas prácticas productivas, tanto en forma arbustiva como en espalderas.

El esquema práctico observado en la parcela actual, basado en rotaciones anuales de leguminosas con maíz solo y asociado, y en una reconversión productiva consistente en reducir la superficie de maíz, incrementar la de frijol y ayocote e incluir otras especies de importancia económica, como amaranto y chile, se considera acertado.

Se observan más ventajas en el frijol común porque su consumo está más generalizado (tiene mayor preferencia) que el de ayocote (orientado principalmente a elaborar tlacoyos), si bien los precios de venta de ambos son parecidos y mucho mayores que los de maíz, aun cuando el ayocote rinde bastante más que el frijol en todas las formas de cultivo (arbustivo, asociado y en espalderas).

La tecnología generada experimentalmente en frijol de mata y en frijol de guía en espalderas en una etapa anterior, se considera que ya ha sido incorporada en condiciones específicas, en este caso por los productores involucrados en la parcela, dado que los rendimientos comerciales que obtienen son similares a los experimentales.

LITERATURA CITADA

- Ayala G., A. V., Schwentesius R., R. E., & Almaguer V., G. (2008). La competitividad del frijol en México. *El Cotidiano*, 147, 81-89.
- Caballero, R., Mendoza, R., & Turrent F., A. (1978). Informe anual del programa de investigación del Plan Puebla, ciclo agrícola 1976. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Chapingo, México: Editorial del Colegio de Postgraduados.
- Castillo M., M., Ramírez V., P., Castillo G., F., & Miranda C., S. (2006). Diversidad morfológica de poblaciones nativas de frijol común y frijol ayocote del oriente del Estado de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 29(2), 111-119.
- Carranza C., I., & Jaramillo V., J. L. (2017). Análisis de la producción y rentabilidad económica de granos básicos en el estado de Puebla. En: J. L. Jaramillo V., J. S. Escobedo G., & I. Carranza C. (Eds.). *Sistemas de producción y procesos de agregación de valor* (pp. 87-154). México, D.F.: Ed. Plaza y Valdés, S.A. de C.V.
- CEDRSSA. (2019). Los precios de garantía en México. Palacio Legislativo de San Lázaro, Cámara de Diputados, LXIII Legislatura. Ciudad de México: Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria.
- CIMMYT. (1974). *The Puebla Project: Seven years of experience: 1967-1973. Analysis of a program to assist small subsistence farmers to increase crops production in a rainfed area of Mexico*. El Batán, México: International Maize and Wheat Improvement Center.

- Díaz R., R., & Ocampo M., J. (2016). Agricultural technologies for crop production. En: J. F. Álvarez G., L. Aguirre A., J. A. Paredes S., & B. Salcido R. (Coords.). Lessons on family agriculture and its contribution to food safety (pp. 121-136). Puebla, México: Colegio de Postgraduados, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- GCMA. (2019). Perspectivas agroalimentarias 2019: Cierres 2017, estimaciones 2018 y proyecciones a 2019. Grupo Consultor de Mercados Agrícolas, S.A. de C.V. Ciudad de México. Disponible en: www.gcma.com.mx
- López S., E., Acosta G., J. A., Tosquy V., O. H., Salinas P., R. A., Sánchez G., B. M., Rosales S., R.,...& Zandate H., R. (2011). Yield stability of improved mesoamerican genotypes of black common bean in Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(1), 29-40.
- Mead, R., & Willey, R. W. (1980). The concept of a "land equivalent ratio" and advantages in yield from intercropping. *Experimental Agriculture*, 16, 217-228.
- Mendoza R., R., & Hernández R., E. (2018). Productividad de la agricultura familiar en Chiautzingo, Puebla: estudio de caso. *Agroproductividad*, 11 (9), 111-117.
- Mondragón J., C., Montellano G., P., González D., J. L., Mendoza R., R., & Turrent F., A. (1978-1984). Informes del programa de investigación en cultivos anuales del Plan Puebla, ciclos agrícolas 1978, 1979, 1981, 1982 y 1984. Puebla, México: CEICADAR-Colegio de Postgraduados.
- Regalado L., J., Perez R., N., Méndez E., A., & Ramírez J., J. (2017). Innovación para la integración de la red de valor en la agricultura familiar del valle de Puebla: El caso del maíz HS-2 para incrementar la producción y el ingreso. En: A. Carzola, & R. Stratta (Coords.). *La universidad: Motor de transformación de la sociedad* (pp. 142-160). Madrid, España: Grupo GESPLAN-UPM

