



RENTABILIDAD Y EFICIENCIA EN EL USO DE LA TIERRA DEL FRIJOL ASOCIADO Y EN MONOCULTIVO

José Raúl Rodríguez Rodríguez^{89*}, Oscar Hugo Tosquy Valle⁹⁰ y Ernesto López Salinas⁹⁰

Resumen

Hasta hace pocos años se desconocían las características de la asociación de cultivos. Recientemente la investigación en este tipo de sistemas de producción ha aumentado y muchos de sus beneficios potenciales se han hecho más evidentes. Los sistemas agrícolas asociados permiten cultivar dos o más especies al mismo tiempo y en el mismo terreno. El frijol asociado con limón persa es una buena alternativa para la región citrícola de Tlapacoyan, Veracruz; en esta zona, el frijol es un cultivo de autoconsumo; pero con un buen manejo agronómico puede existir un ingreso extra que permita un rendimiento competitivo, con una buena rentabilidad y uso eficiente de la tierra. En noviembre de 2017, se estableció un experimento en el Campo Experimental de Ixtacuaco, municipio de Tlapacoyan en el norte de Veracruz, con el objetivo de determinar la rentabilidad y la eficiencia en el uso de la tierra del frijol asociado con limón persa y el frijol en monocultivo. En ambos sistemas de siembra, se utilizó el genotipo de frijol T-39, de crecimiento indeterminado, arbustivo, tipo II, grano negro, opaco y pequeño. El análisis económico que se realizó tomó como base los costos fijos + los costos variables, con lo cual se consiguió el costo total, y con éste se determinó la relación beneficio/costo y la utilidad neta. También se obtuvo el Índice Equivalente de la Tierra (IET), para ello se utilizó el rendimiento del frijol asociado, dividido entre el rendimiento del frijol en monocultivo. La mayor rentabilidad por hectárea (\$19,686.70) se obtuvo con el frijol asociado con limón persa. La relación beneficio/costo que se obtuvo fue de 2.70, lo cual indica que por cada peso que se invierte se recupera la inversión y se tiene una

⁸⁹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Ixtacuaco. INIFAP. * rodriguez.jose@inifap.gob.mx

⁹⁰ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Golfo Centro. Campo Experimental Cotaxtla. INIFAP.



ganancia de 1.70 pesos, mientras que con el frijol en monocultivo, la relación beneficio/costo fue de 1.99, es decir por cada peso invertido se ganan 0.99 centavos. El IET fue de 1.31, y señala que el sistema asociado de frijol con limón persa representa una buena opción para los productores de esta región, ya que permite hacer un uso más eficiente de la tierra.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, *Citrus latifolia*, costo-beneficio, índice de equivalencia de la tierra

Introducción

En muchos lugares del mundo, especialmente en países en desarrollo, los agricultores realizan sus siembras en sistemas de producción asociados con otros cultivos más que en siembras en monocultivo. Los sistemas agrícolas asociados permiten cultivar dos o más especies al mismo tiempo y en el mismo terreno, y su combinación genera una sinergia positiva que complementa el desarrollo de los cultivos involucrados (Lithourgidis *et al.*, 2011; FAO, 2017). En la zona norte de Veracruz, el frijol generalmente es un cultivo de autoconsumo; aunque puede existir un ingreso extra, con un adecuado manejo agronómico, que permita obtener un rendimiento aceptable y competitivo y que proporcione una buena rentabilidad, ya que en términos generales los productores buscan en sus cultivos alcanzar un incremento en el rendimiento, mayor seguridad en la cosecha y una mayor redituabilidad de la inversión (Kohashi-Shibata, 1990).

Por otro lado, el IET es una herramienta que permite la evaluación de los cultivos asociados, ya que determina qué tan eficiente puede ser un sistema de siembra asociado, con respecto al monocultivo (Díaz-López *et al.*, 2012). Generalmente los sistemas asociados presentan mayor capacidad de producción en comparación con los monocultivos; de esta forma se hace un uso más conveniente de la parcela (Molina-Anzures *et al.*, 2016). El uso altamente eficiente de la tierra es importante no sólo en el desarrollo de los sistemas de cultivos, sino también en otras aplicaciones



que tienen un enorme potencial independiente de la rentabilidad. Es importante determinar si el cultivo asociado, en comparación con el monocultivo, seguirá siendo el sistema de siembra más rentable, productivo y eficiente en el uso de la tierra y de otros recursos (Dubey *et al.*, 2016). El objetivo de este trabajo de investigación fue comparar la rentabilidad y eficiencia en el uso de la tierra de frijol asociado con limón persa y en monocultivo.

Materiales y métodos

El experimento se estableció en noviembre de 2017, en el Campo Experimental de Ixtacuaco, municipio de Tlapacoyan, en el norte del estado de Veracruz (20° 02' LN, 97° 5' LO y 88 m de altitud). Se evaluaron dos tratamientos: frijol asociado con limón persa (*Citrus latifolia*) y frijol en monocultivo. En ambos sistemas de producción se utilizó el genotipo de frijol T-39, de hábito de crecimiento indeterminado, arbustivo tipo II y grano negro, opaco y pequeño.

Tanto el frijol intercalado con cítricos, como el frijol en monocultivo se sembraron en franjas de 6 surcos separados 0.60 m x 60 m de longitud, la cual ocupó una superficie total de 216 m²; en cada sistema de cultivo se delimitaron cuatro áreas de siembra de frijol seleccionadas al azar, con cuatro surcos de 5 m de longitud (12 m²), se registraron los valores de las variables en los dos surcos centrales (6 m²) como parcela útil, y se consideraron como una repetición.

En la fase vegetativa del frijol se realizaron dos escardas manuales; se fertilizó con la fórmula 40N-40P₂O₅-00K₂O, con aplicación de urea (46-00-00) y DAP (18-46-00), en la etapa de hojas primarias. Hubo presencia de los insectos doradilla (*Diabrotica balteata*) y chicharrita (*Empoasca kraemeri*), estas plagas se controlaron con la aplicación de cipermetrina en dosis de 200 mL/ha de producto comercial.

La finca de limón persa tenía un año de edad, aún no se encontraba en etapa productiva, por lo que sólo se consideró el rendimiento del frijol, el cual se calculó con base a cuatro muestreos de cosecha a partir del peso del grano cosechado y



limpio en cada área delimitada, y se transformó en kilogramos por hectárea al 14% de humedad.

Para realizar el análisis económico se tomaron como base los costos fijos + los costos variables, para obtener el costo total del cultivo por hectárea; la utilidad neta fue igual al rendimiento (kg/ha) por el precio de 1 kg de frijol (que para este caso fue de \$18.00/kg), menos el costo total, tanto para el sistema asociado como para el monocultivo, y con ellos se determinó el beneficio neto del sistema para una hectárea, de la manera siguiente:

Costo total = Costos fijos + Costos variables

Utilidad neta = (Rendimiento/ha x Precio de 1 kg de frijol) - Costo total

Para realizar la relación beneficio/costo, se dividió el beneficio bruto (costo total) entre el costo del cultivo, lo cual determinó el beneficio económico por cada peso invertido en ambos sistemas de siembra.

También se obtuvo el IET, para lo cual se utilizó el rendimiento relativo del frijol asociado (RA) dividido entre el rendimiento del frijol en monocultivo (RM) (Willey y Rao, 1980; Mead y Willey, 1980). Un valor >1 indica ventaja de la asociación; si el valor es = 1 indica que es indiferente utilizar cualquier sistema de siembra, y si el resultado es <1, el monocultivo es mejor (Vélez *et al.*, 2007).

Resultados y discusión

Las condiciones de alta humedad relativa (87.1%), temperatura (<20.0°C), y alta precipitación (209.6 mm), durante la etapa de llenado de vainas (CEIXTA, 2018), favorecieron la incidencia del hongo *Sclerotinia sclerotiorum*, causante de la enfermedad del moho blanco (CIAT, 1988), la cual fue más evidente en el sistema de producción de frijol en monocultivo (CIAT, 1987). Los menores daños en el sistema asociado, se deben en gran parte, a la modificación del microclima, por la disminución de la temperatura del aire y el efecto del sombreado. Para el control de este patógeno en el monocultivo, se aplicó el fungicida Benomilo en dosis de 0.600 kg/ha.



El rendimiento de frijol fue mayor cuando este cultivo se asoció con limón persa, en comparación con el obtenido con el frijol como monocultivo, resultados semejantes encontraron Vanlalhraia *et al.*, (2013), al intercalar limón con frijol francés, y Shirgure, (2013) al asociar mandarina con soya. Lo anterior se reflejó en una mayor utilidad neta por hectárea en el sistema asociado (Díaz-López *et al.*, 2012; Piña-González *et al.*, 2014; Dubey *et al.*, 2016); lo cual se debió principalmente a un menor costo de producción, ya que en este sistema no se aplicó fungicida para el control del hongo del moho blanco.

La relación beneficio/costo que se obtuvo con el frijol asociado con limón persa fue de 2.70, lo cual indica que por cada peso invertido se recuperó la inversión y se tuvo una ganancia de 1.70 pesos, mientras que, con el sistema de producción de frijol en monocultivo, la relación beneficio/costo fue de 1.99, es decir por cada peso invertido sólo se ganó 0.99 centavos. Esto demuestra que la asociación frijol-limón persa es una alternativa económicamente viable, tecnológicamente apropiada y aceptable como una de las estrategias que puede acelerar y garantizar el desarrollo sostenible de la agricultura (Pérez-García *et al.*, 2004; Vanlalhraia *et al.*, 2013; Dubey *et al.*, 2016) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de la relación beneficio/costo del frijol establecido en dos sistemas de cultivo en el Campo Experimental Ixtacuaco, Tlapacoyan, Ver. Ciclo de otoño-invierno de 2017-18.

Sistema de cultivo	Rendimiento (kg/ha)	Costo de producción (\$/ha)	Beneficio bruto (\$/ha)	Beneficio neto (\$/ha)	Relación B/C
Frijol asociado con limón Persa	1,734.70	11,537.90	31,224.60	19,686.70	2.70
Frijol en monocultivo	1,324.07	11,938.90	23,833.26	11,894.36	1.99

‡ Costo de producción mayor en monocultivo, por el precio del fungicida Benomilo (\$151.00) y su aplicación (\$ 250.00).

El valor obtenido en el IET mayor a la unidad, de 1.31, significa que es más ventajosa la siembra de frijol en asociación con limón persa, que la siembra del frijol en monocultivo, el cual necesitaría 31% más superficie, para obtener la misma producción (Vélez *et al.*, 2007; Moreno, 2007; Díaz-López *et al.*, 2012); los policultivos



o asociaciones, generalmente hacen un uso más eficiente del terreno, lo cual coincide con lo que señalan Díaz-López *et al.* (2012), en este sentido. El sistema de siembra frijol asociado con limón persa representa una buena opción para los productores citrícolas del norte de Veracruz (Willey y Rao, 1980; Mead y Willey, 1980; Molina-Anzures *et al.*, 2016); y también puede favorecer la disminución de riesgos en la producción por la diversificación de cultivos, y otras ventajas adicionales (Vanlalhruaia *et al.*, 2013; Piña-González *et al.*, 2014) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Índice de Equivalencia de la Tierra obtenido en dos sistemas de cultivo en el Campo Experimental Ixtacuaco, Tlapacoyan, Ver. Ciclo de otoño-invierno de 2017-18.

Sistema de cultivo	Rendimiento (kg/ha)	RA/RM [†]	IET ^{††}
Frijol asociado con limón Persa	1,734.70	1734.70/1324.07	1.31
Frijol en monocultivo	1,324.07		

RA/RM[†]= Rendimiento asociado/Rendimiento en monocultivo; IET^{††}= Índice de Equivalencia de la Tierra.

Conclusiones

Con el sistema de producción frijol asociado con limón persa se obtuvo mayor rendimiento y rentabilidad por hectárea, que con el frijol sembrado como monocultivo. La asociación también tuvo una mayor eficiencia en el uso de la tierra.

Literatura citada

- Campo Experimental Ixtacuaco (CEIXTA). 2018. Estación climatológica. Datos históricos de precipitación (mm), temperatura (°C), y humedad relativa (%), 2017-2018. <http://www.clima.inifap.gob.mx> [consultado el 11 de junio de 2019].
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1987. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. *In*: Schoonhoven, A. van y M. A. Pastor-Corrales (comps.). Cali, Colombia. 56 p.



- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1988. El moho blanco y su manejo. Guía de estudio para ser usada como complemento de la unidad audiotutorial sobre el mismo tema. Contenido científico. Schwartz, H. F., y M. Pastor C. Cali, Colombia. 38 p.
- Díaz, L. E., J. M. Campos P., A. Morales R., G. S., A. Castillo V. y H. Gil G. 2012. Uso Equivalente de la Tierra en combinación frijol ejotero-girasol en Toluca, México. *Revista Ciencias Agrícolas* 21 (2):86-96
- Dubey, S., N. Sharma, J. Sharma, A. Sharma and N. Kishore. 2016. Assessing citrus (lemon) based intercropping in the irrigated areas of northern plains of Haryana. *Indian J. Hort.* 73(3): 441-444.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2017. Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Cultivos asociados. Cartilla Tecnológica No. 10. <http://www.fao.org/3/v5290s/v5290s00.htm> [consultado el 12 de junio de 2019].
- Kohashi, S.J. 1990. Aspectos de la morfología y fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su relación con el rendimiento. Centro de botánica. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 44 p.
- Lithourgidis, A., C. Dordas, C. Damalas, D. Vlachostergios. 2011. Annual intercrops: an alternative pathway for sustainable agricultura. *Australian Journal Crop Science* 5(4):396-410.
- Mead, R. and Willey, R.W. 1980. The concept of Land Equivalent Ratio (LER) and advantages in yields from intercropping. *Experimental Agriculture* 16:217-228.
- Molina, A. M., J. L. Chavez S., A. Gil M., P. A. López, E. Hernández R. y E. Ortiz T. 2016. Eficiencias productivas de asociaciones de maíz, frijol y calabaza (*Curcubita pepo* L.), intercaladas con árboles frutales. *International Journal of Experimental Botany* 85:36-50.
- Moreno, A. 2007. Productividad de café en sistemas intercalados. p. 255-274. *In*: Arcila, J., F. Farfán, A. Moreno, L. Salazar, E. Hincapié (eds.) *Sistemas de producción de café en Colombia*. CENICAFE. Chinchiná, Col.
- Pérez, G. G., I. Estevao P y C. G. Damba. 2004. Evaluación de asociaciones de cultivo en rotación: frijol-girasol y boniato-maíz. *Ciencias Agropecuarias*, Universidad de Ciego de Ávila, Cuba. *Centro Agrícola*. 31:84-87.



- Piña G. J. L., E. Morales R., A. Domínguez L., J. Ramírez D., G. Estrada C. y O. Franco M. 2014. Razón equivalente de la tierra, rendimiento de grano y extracto etéreo de *Helianthus annuus* L. en monocultivo y asociado con *Pisum sativum* L. en función de urea estabilizada. PHYTON. Revista Internacional de Botánica Experimental. 83:101-108.
- Shirgure, P. 2013. Effect of different intercropping systems on soil moisture conservation, fruit yield and quality of Nagpur mandarin (*Citrus reticulata*) in central India. Scientific Journal of Agricultural. 1(7): 168-176.
- Vanlalhruaia, H., B. Gopichand and F. Lalnunmawia. 2013. Study on economic feasibility of intercropping of lemon (*Citrus limon* Burm) with vegetables in the hilly terrain of Mizoram. Science Vision 13(1): 40-44.
- Vélez, V. L., J. Clavijo y G. Ligarreto. 2007. Análisis ecofisiológico del cultivo asociado maíz (*Zea mays* L.)-frijol voluble (*Phaseolus vulgaris* L.). Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín, Colombia 60(2):3965-3984.
- Willey, R., and R. Rao. 1980. A competitive ratio for quantifying competition between intercropping. Exp. Agric. 16:117-125