



CIMMYT

Sistemas sostenibles
de maíz y trigo
para los pobres

**Evaluación campesina del
frijol de abono empleado como
abono verde en Veracruz,
México: Experimentación y
beneficios esperados**

Meredith J. Soule

NRG

Grupo de Recursos Naturales
Documento 97-02 Es



CIMMYT

Evaluación campesina del frijol de abono empleado como abono verde en Veracruz, México: Experimentación y beneficios esperados

Meredith J. Soule*

NRG

Grupo de Recursos Naturales

Documento 97-02 Es

* Meredith J. Soule es becaria de la Fundación Rockefeller, investigadora en ciencias sociales en el Centro Internacional de Investigaciones Agroforestales de Nairobi, Kenia. Cuando realizó la investigación descrita en este documento, era becaria de predoctorado en el CIMMYT y candidata al doctorado en la Universidad de California en Berkeley. Los puntos de vista expresados en este trabajo son los de la autora y no representan necesariamente las opiniones de ninguna de las instituciones que se mencionan.

El CIMMYT es una organización internacional sin fines de lucro, que se dedica a la investigación científica y la capacitación. Tiene su sede en México y trabaja en colaboración con instituciones de investigación agrícola de todo el mundo para mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas de maíz y de trigo para los agricultores pobres de los países en desarrollo. El CIMMYT es uno de los 16 centros internacionales que cuentan con el apoyo del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), el cual incluye a más de 50 países, organismos internacionales y regionales y fundaciones privadas. El CGIAR es patrocinado en forma conjunta por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Banco Mundial), el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

El apoyo económico para las investigaciones del CIMMYT proviene actualmente de muchas fuentes, entre ellas los gobiernos de Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, China, Dinamarca, España, Estados Unidos de América, Filipinas, Francia, India, Irán, Italia, Japón, México, Noruega, Países Bajos, Reino Unido, República de Corea, Suiza y la Unión Europea, así como la Asociación África Sasakawa, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Mundial, la Fundación Ford, la Fundación Kellogg, la Fundación OPEP para el Desarrollo Internacional, la Fundación Rockefeller y el PNUD.

Hay información adicional sobre el CIMMYT en: <http://www.cimmyt.mx> o <http://www.cgiar.org>.

El CIMMYT es el único responsable de esta publicación.

Impreso en México.

Cita correcta: Soule, M.J. 1997. *Evaluación campesina del frijol de abono empleado como abono verde en Veracruz, México: Experimentación y beneficios esperados*. Documento del NRG 97-02. México, D.F.: CIMMYT.

ISSN: 1405-2830

Descriptores AGROVOC: México; Veracruz; correcciones del suelo; abonos verdes; mucuna; *Mucuna deeringiana*; *Zea mays*; cultivos intercalados; adopción de innovaciones; viabilidad económica; rentabilidad.

Códigos de categorías AGRIS: E14.

Clasificación decimal Dewey: 338.16.

Indice

Página

iv **Resumen**

iv **Agradecimientos**

v **Cuadros**

v **Figuras**

1 Introducción

2 La zona y la muestra del estudio

2 La zona del estudio

4 Las aldeas de la muestra y la encuesta

5 La tecnología del frijol de abono

8 Los datos de la encuesta y el modelo empírico

8 Los datos

13 El modelo empírico

14 Variables explicativas y estadísticos descriptivos

17 Resultados empíricos

19 Implicaciones para las políticas e investigaciones futuras

19 Implicaciones para las políticas

20 Política de extensión

21 Análisis de los costos y beneficios sociales e investigaciones futuras

22 Conclusiones

23 Referencias

Resumen

En este estudio se investigan los factores vinculados con la decisión de los agricultores de experimentar con el frijol de abono (*Mucuna spp.*), un abono verde, como cultivo intercalado con el maíz en tres aldeas de Veracruz, México. Para evaluar si el frijol de abono podría ser adoptado en gran escala en la región, se examinan también las distintas percepciones de los agricultores acerca de los beneficios logrados mediante el empleo del cultivo intercalado del frijol de abono en comparación con la práctica habitual de los agricultores. Se seleccionó en tres aldeas una muestra aleatoria estratificada de 92 familias que reflejaban las diversas condiciones de la zona estudiada. Se incluyó a todos los agricultores que participaron el año anterior en un programa de extensión del empleo del frijol de abono y se extrajo una muestra aleatoria de las restantes familias de las aldeas. El análisis revela que la práctica actual con la cual los agricultores compararon el cultivo intercalado de maíz y frijol de abono desempeñó una función importante en la rentabilidad percibida de la tecnología nueva. Los agricultores que no usaron herbicidas ni fertilizantes observaron una diferencia positiva en los beneficios previstos mucho mayor que la encontrada por los agricultores que compararon el cultivo intercalado del frijol de abono con la producción de maíz empleando fertilizantes, herbicidas o ambos insumos. Fue menos probable que experimentaran con el frijol de abono los agricultores con oportunidades de obtener ingresos fuera de las fincas. En consecuencia, el frijol de abono podría ser adoptado en gran escala por los agricultores más pobres, con acceso limitado a los insumos químicos y al empleo fuera de las fincas. Sin embargo, es necesario precisar estas conclusiones en varias formas. En primer lugar, el estudio no tuvo en cuenta los costos totales del empleo de sustancias químicas modernas. En segundo, desde que se realizó el estudio los precios más bajos del maíz, sumados a los precios más altos de los insumos químicos y a una mayor restricción de los créditos, pueden haber hecho el cultivo intercalado más atractivo para los agricultores. Por último, el estudio se efectuó en una etapa temprana del proceso de difusión de la tecnología y los juicios de los agricultores se basaron en una experiencia limitada con el frijol de abono. La experimentación futura con el frijol de abono puede generar un método que aumente la producción y modifique las necesidades de mano de obra de tal modo que el frijol de abono, u otro abono verde, sean más atractivos para los agricultores. Además, el empleo de un abono verde en combinación con un fertilizante inorgánico podría resultar aceptable para los agricultores e incrementaría la sostenibilidad de la producción de maíz en un grado que no se puede lograr con el empleo del fertilizante químico solo. También sería conveniente que las investigaciones futuras establecieran si el empleo del frijol de abono como cultivo intercalado es en realidad más sostenible que las prácticas actuales o si los beneficios sociales de la adopción del frijol de abono en gran escala son mayores que los costos sociales.

Agradecimientos

Expreso mi gratitud a las numerosas personas que colaboraron en este estudio mediante la asistencia en la investigación, el intercambio de información y las revisiones. Proporcionaron asistencia en la investigación Dagoberto Flores, María Helena Ramos, Alejandro Rodríguez, Hermenegilda Mateos, Víctor Chapol y Doroteo Chima. Los colegas que aportaron sus conocimientos sobre la Sierra de Santa Marta incluyen a Lorenzo Arteaga, José Luis Blanco, Hugo Perales, Emilia Velázquez, Fernando Ramírez y Rafael Gutiérrez. Daniel Buckles, Robert Tripp, Melinda Smale, Luisa Paré, Larry Harrington, Steve Franzel, Frank Place, Irma Adelman y Peter Berck efectuaron revisiones de los borradores y proporcionaron orientación en la investigación. Agradezco también a Kelly Cassaday, Miguel Mellado y Marcelo Ortiz su trabajo en la preparación de este documento para su publicación.

Cuadros

Página

- 5 Cuadro 1. El régimen de tenencia de la tierra y el tamaño de las fincas en las tres aldeas estudiadas en Veracruz, México.
- 8 Cuadro 2. Ventajas y desventajas del frijol de abono identificadas por los agricultores de las aldeas estudiadas en Veracruz, México.
- 10 Cuadro 3. Precio (en pesos mexicanos) de los insumos y los productos en las tres aldeas estudiadas en Veracruz, México.
- 11 Cuadro 4. Utilidades (en pesos mexicanos) previstas por hectárea de maíz con y sin el cultivo intercalado del frijol de abono (no se restó como un costo el valor de la mano de obra familiar).
- 11 Cuadro 5. Utilidades (en pesos mexicanos) previstas por hectárea de maíz con y sin el cultivo intercalado del frijol de abono (se restó como un costo el valor de la mano de obra familiar).
- 12 Cuadro 6. Utilidades (en pesos mexicanos) previstas por hectárea empleando fertilizantes y herbicidas.
- 15 Cuadro 7. Estadísticos descriptivos correspondientes a la muestra de agricultores del estudio sobre el frijol de abono efectuado en Veracruz, México.
- 18 Cuadro 8. Resultados del análisis econométrico en el estudio sobre el frijol de abono efectuado en Veracruz, México.

Figuras

- 12 Figura 1. Distribución de la diferencia en las utilidades previstas en el estudio sobre el frijol de abono efectuado en Veracruz, México.

Evaluación campesina del frijol de abono empleado como abono verde en Veracruz, México: Experimentación y beneficios esperados

Meredith J. Soule

Introducción

En los últimos años, en los países tanto desarrollados como en desarrollo ha aumentado el interés por usar los abonos verdes como un elemento de sistemas agrícolas más sostenibles. Los abonos verdes se cultivan con el propósito específico de mejorar el suelo y a menudo se escogen las leguminosas por su capacidad de fijar el nitrógeno, controlar la erosión causada por el agua y el viento y aumentar la materia orgánica del suelo.

El estudio que se describe en este documento investiga los factores vinculados con la decisión de los agricultores de experimentar con un abono verde, el frijol de abono, como cultivo intercalado con el maíz en el sur de Veracruz, México.¹ El estudio examina también las distintas percepciones de los agricultores acerca de los beneficios logrados al emplear el cultivo intercalado de frijol de abono, en comparación con la práctica habitual de los agricultores. Los gobiernos desearán fomentar la adopción de tecnologías agrícolas más sostenibles, como los abonos verdes, porque pueden proporcionar beneficios sociales netos al reducir la erosión del suelo o la contaminación del agua freática. No obstante, no es probable que los agricultores adopten esas tecnologías si no las perciben como rentables a nivel individual. Al analizar qué

tipo de agricultores experimentan con el frijol de abono y, entre ellos, quiénes consideran más rentable el abono verde, este estudio también permite estimar si el frijol de abono podría ser adoptado en gran escala en la región.

Determinar si el empleo del frijol de abono como cultivo intercalado es en realidad más sostenible que las prácticas actuales o si los beneficios sociales de la adopción amplia del frijol de abono serían superiores a los costos sociales, son cuestiones empíricas que están más allá del alcance de este análisis.

El frijol de abono (*Mucuna spp.*), conocido en la zona del estudio al sur de Veracruz como «picapica mansa», es una leguminosa de rápido crecimiento probablemente originaria de Asia. Fija el nitrógeno y proporciona una abundante biomasa que sirve para mejorar la estructura del suelo y lo ayuda a retener la humedad. Además, el frijol de abono es una planta rastrera que cubre el suelo con rapidez y, de ese modo, contribuye a combatir las malezas. Algunos agricultores de América Central han cultivado el frijol de abono intercalado con el maíz durante decenios (Buckles et al. 1992), pero en la región de la Sierra de Santa Marta, al sur de Veracruz, el cultivo intercalado del frijol de abono fue introducido por primera vez en forma amplia mediante una campaña de extensión realizada en 1992.² El programa de extensión tenía el propósito de instar a los

¹ El cultivo intercalado por lo general se siembra cerca de la fecha de siembra del cultivo principal, en este caso el maíz. Un cultivo de relevo se siembra mucho más tarde que el cultivo principal. Dada la variabilidad de las fechas de siembra de los agricultores, el frijol de abono puede ser considerado un cultivo intercalado o un cultivo de relevo. Para reducir al mínimo la confusión, en este estudio nos referimos al frijol de abono como cultivo intercalado.

² Algunos agricultores de la zona ya habían usado el frijol de abono como abono verde antes de la campaña de extensión, pero no era una práctica común.

agricultores a experimentar con el empleo del frijol de abono para aumentar la fertilidad del suelo y reducir la dependencia de insumos adquiridos como los fertilizantes y los herbicidas (Buckles, Arteaga y Soule 1994).

Como la tecnología es nueva para la mayoría de los agricultores de la zona, el estudio se concentra en la experimentación de los agricultores con el cultivo intercalado del frijol de abono y en su evaluación inicial, más que en la adopción. Por lo general se considera que se ha producido la adopción cuando el agricultor ha estado usando una práctica nueva en un determinado porcentaje de la finca por lo menos durante un mínimo de años. La proporción de la finca en que se aplica la tecnología nueva y el número de años comúnmente se definen en forma específica para cada tecnología estudiada. Como este estudio considera únicamente el primer año de empleo del frijol de abono en una porción muy pequeña de la finca, es más apropiado hablar de experimentación que de adopción. La idea de adopción también supone el empleo continuado en el futuro, mientras que el agricultor que experimenta puede o no seguir usando la tecnología nueva en el siguiente ciclo. Al determinar las percepciones de los agricultores acerca de las ventajas y las desventajas de la tecnología nueva cuando experimentan con ella en una pequeña proporción de sus campos, se pueden estimar las probabilidades de que la tecnología sea adoptada por un grupo más amplio de agricultores.

En la segunda sección de este documento se describen la zona del estudio y la muestra de agricultores empleada en el análisis. La tercera sección proporciona una descripción más completa de la tecnología del cultivo intercalado del frijol de abono y el maíz. En la sección cuatro se presentan los datos de la encuesta y el modelo empírico y en la sección

cinco se describen los resultados del análisis estadístico. En la última sección se discuten las recomendaciones acerca de las políticas y se sacan conclusiones.

La zona y la muestra del estudio

La zona del estudio

En la región de la Sierra de Santa Marta, al sur de Veracruz, se efectuó en 1993 una encuesta para analizar la experimentación de los agricultores con el cultivo intercalado del frijol de abono, la cual incluyó a 92 agricultores de tres aldeas. La Sierra de Santa Marta, una pequeña cadena montañosa de origen volcánico, se eleva desde la costa del Golfo hasta los 1,700 metros sobre el nivel del mar. Está situada en la región tropical húmeda que tiene una temperatura media anual de 25 °C y una precipitación anual que fluctúa entre los 2,400 y los 4,000 mm. En general, la ladera norte de la Sierra, que mira hacia la costa, recibe una precipitación mayor que la ladera sur. En el censo de 1990 se estableció una población de 52,970 habitantes en la Sierra, sus estribaciones y llanuras. Un gran porcentaje de esa población son indígenas que hablan popoluca y náhuatl, cuyos antepasados vivían en la zona en el momento de la conquista de México por los españoles. Más recientemente, se trasladaron mestizos a la Sierra desde otras partes del estado de Veracruz (Chevalier y Buckles 1995; Paré et al. 1992).

Como en la mayor parte de México, en la Sierra de Santa Marta el maíz es el cultivo alimentario más importante. La precipitación tiene un régimen bimodal que hace posible dos ciclos agrícolas al año. El principal ciclo de cultivo se extiende desde mayo a octubre y el ciclo secundario se inicia en noviembre y termina en marzo. Los rendimientos de maíz en la estación secundaria o «seca» son por lo

general mucho más bajos que en la estación primaria porque la precipitación es menor y más irregular. En los últimos años, el riesgo de perder los cultivos ha disuadido a muchos agricultores de sembrar maíz en el ciclo secundario.

Tradicionalmente los agricultores de la Sierra practicaban una forma de cultivo itinerante: trabajaban una parcela durante algunos años hasta que el rendimiento del maíz comenzaba a disminuir y entonces desmontaban una nueva parcela para la producción de maíz. Este sistema permitía a la tierra descansar durante algunos años para recuperar su fertilidad (Paré, Aguero y Blanco 1994). No obstante, tanto Chevalier y Buckles (1995) como Perales (1992) señalan que los períodos de barbecho de los campos de maíz han disminuido desde los tradicionales 5-15 años a sólo 1-3 años. Esos períodos de barbecho más breves han provocado la reducción de la fertilidad del suelo y el aumento de la infestación por malezas, con la consiguiente declinación de la productividad del maíz (Buckles y Erenstein, 1996). Esta declinación de la productividad estimuló la investigación sobre el frijol de abono como una solución de bajo costo para aumentar la producción de maíz en la región.

En el sistema tradicional, se siembra el maíz en mayo, después de las primeras lluvias. Antes de que lleguen las lluvias, se limpia el campo de malezas y otras plantas y se queman los residuos resultantes. Después de la siembra, se desyerba el maíz de una a tres veces en forma manual usando un machete o una azada. Si bien algunos agricultores continúan cultivando maíz en esta forma tradicional, otros agricultores han modificado el sistema introduciendo tecnologías nuevas. Muchos han reducido considerablemente el trabajo requerido para la desyerba rociando herbicidas y algunos han adoptado el empleo de

fertilizantes químicos. De los 92 agricultores incluidos en el estudio, el 84% usaban herbicidas y el 60%, fertilizantes. Las cantidades de herbicidas y fertilizantes varían mucho entre los agricultores. La cantidad de herbicida usada fluctuó entre 0.5 y 15 l/ha, con un promedio de 5.7 l/ha. En cuanto a los fertilizantes, las cantidades aplicadas variaban entre 19 y 267 kg/ha, con un promedio de 98 kg/ha. El promedio de trabajo por hectárea es de 65 días. Entre los agricultores que emplean herbicidas, el promedio de trabajo disminuye a 60 días. Entre los agricultores que no usan herbicidas, el promedio de trabajo es de 88 días por hectárea.

Los rendimientos de maíz durante el ciclo principal en la región promedian 1.8 t/ha con fertilizante y 1.4 t/ha sin fertilizante. Los agricultores incluidos en la encuesta indicaron rendimientos medios de maíz de 1.3 t/ha. La mayor parte de la producción de maíz se destina al consumo doméstico. El 49% de los agricultores de la encuesta dijeron que no vendieron maíz en 1992, mientras que el 40% vendió menos de la mitad de su producción del cereal.

Otros cultivos importantes en la zona son los frijoles, el café, la papaya, la sandía, la banana, la yuca, el mango y la piña. Desde el decenio de los 40, ha aumentado la importancia de la ganadería. Si bien son pocos, los agricultores que poseen ganado suelen tener más animales de los que pueden pastar en sus tierras y, por consiguiente, muchos rentan tierras para el pastoreo. La cría de ganado y la presión del crecimiento demográfico están causando un rápido cambio en la ecología de la región. La deforestación en la Sierra ha llevado a la pérdida de más de 50,000 ha de bosques de lluvia desde 1967 (Velázquez, Buckles y Paré 1993).

Además del trabajo en la finca, el jefe u otro miembro de la familia de agricultores a menudo trabaja fuera de la finca para complementar los ingresos familiares. Los trabajos fuera de la finca comúnmente son empleos en la construcción en las ciudades cercanas, el trabajo en los campos de otros agricultores, desmontar campos para el pastoreo, la pesca, la carpintería y el comercio en pequeña escala.

Las aldeas de la muestra y la encuesta

Para este estudio, se escogieron tres aldeas que reflejaran las diversas condiciones de la Sierra y luego se seleccionó una muestra aleatoria estratificada en cada aldea. La estratificación se basó en que el jefe de la familia hubiera participado en un programa de extensión del frijol de abono efectuado en 1992. Todos los agricultores de la aldea que habían participado en el programa fueron incluidos en la muestra y se extrajo una muestra aleatoria de las restantes familias de la aldea. En total, la muestra incluye a 92 familias de las aldeas de Soteapan, Venustiano Carranza y Santa Rosa Sintepec. El Programa de Economía del CIMMYT proporcionó apoyo financiero y personal profesional para elaborar y realizar la encuesta. La autora y tres asistentes entrevistaron a los 92 agricultores durante tres semanas en agosto y septiembre de 1993.³

Se diseñó una encuesta para reunir información sobre los costos y los rendimientos asociados con el cultivo del maíz usando la tecnología habitual de los agricultores y los costos y los rendimientos resultantes del cultivo del maíz intercalado con frijol de abono (entre los agricultores que emplearon el frijol de abono). También se interrogó ampliamente a los agricultores acerca de sus conocimientos del frijol de abono. Se reunieron otros datos

sobre las características de las fincas y los agricultores, como la edad, la escolaridad, el tamaño de la familia, la mano de obra familiar, el tamaño de las fincas, el régimen de tenencia de la tierra, la disponibilidad y la utilización de créditos y el empleo de fertilizantes químicos y herbicidas.

El régimen de tenencia de la tierra y sus efectos sobre el tamaño de las fincas varían en las tres comunidades. En Soteapan, 174 agricultores tienen tierras en el ejido de 3,600 ha. La tierra de un ejido es tenencia de la comunidad de ejidatarios, los individuos que tienen derecho a cultivar la tierra del ejido. En el momento en que se realizó el estudio, no se podía vender o rentar la tierra del ejido, pero se la podía traspasar a un solo heredero. Las reformas agrarias posteriores han permitido a los agricultores vender o rentar la tierra que les asigna el ejido. Cuando se efectuó este estudio, el ejido de Soteapan no había sido dividido en parcelas individuales y, por lo tanto, cada ejidatario no tenía asignada una o más parcelas específicas. Sin embargo, los ejidatarios solían cultivar la misma parcela año tras año. En la aldea vivían otras 176 familias de agricultores que sólo tenían un acceso extraoficial a la tierra; el ejido normalmente asignaba a estos agricultores una porción de tierra para que la cultivaran. Algunos de estos agricultores eran hijos u otros parientes de los ejidatarios (a veces llamados «anexantes»), que podían con el tiempo heredar una parcela. Otros, que no tenían derechos sobre la tierra, eran llamados «avecindados» (Perales 1992).

La aldea de Venustiano Carranza fue fundada en 1965 por agricultores mestizos provenientes de otras partes del estado de Veracruz para ocupar las tierras recientemente habilitadas por el gobierno. Este ejido estaba dividido en

³ Agradezco la colaboración de Dagoberto Flores, María Elena Ramos y Alejandro Rodríguez.

parcelas y cada uno de los 49 ejidatarios tenía aproximadamente 20 ha. Las tierras de cada agricultor incluían pastizales, tierras en barbecho, cultivos y bosques. Había 13 familias de no ejidatarios (avecindados y anexantes) y 19 de los ejidatarios no vivían en la aldea. La mayoría de estos ejidatarios no residentes rentaban sus tierras como campos de pastoreo.

En Santa Rosa, 47 agricultores tenían derechos sobre las tierras del ejido de 900 ha. Otros 46 agricultores cultivaban la tierra en forma extraoficial con la autorización del ejido. En 1993, se dividió el ejido y por primera vez se dio a los ejidatarios seguridad en la tenencia de sus parcelas.

El Cuadro 1 muestra el tamaño medio de las fincas de la muestra en cada aldea, la superficie media sembrada con maíz y el porcentaje de ejidatarios, hijos de ejidatarios y avecindados en la muestra de cada aldea. Los agricultores de Carranza tienen las fincas más grandes, pero los agricultores de Santa Rosa dedican superficies más extensas al maíz. Carranza tiene el porcentaje más alto de ejidatarios y Soteapan el más bajo.

El 36% de los agricultores de la muestra tenían acceso a créditos. No todos los agricultores pueden disponer de créditos y, en el momento de la encuesta, los créditos se otorgaban por conducto de dos programas gubernamentales especiales para las zonas agrícolas marginales. Un programa, efectuado por el Instituto Nacional Indigenista (INI), proporcionaba préstamos a las aldeas indígenas. Estos préstamos estaban constituidos por insumos en especie: herbicidas, fertilizantes y, a veces, semilla mejorada de maíz. No se cobraban intereses por los préstamos y el pago se efectuaba a un fondo comunitario para obras públicas locales. El gobierno reponía el fondo

de préstamos sólo cuando todos los agricultores de la aldea habían devuelto sus préstamos.

La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) tenía un programa de préstamos similar para los agricultores marginales no indígenas. En este caso, el préstamo consistía en 350 pesos mexicanos en efectivo (3 pesos mexicanos = 1 dólar estadounidense) por hectárea de maíz; el agricultor podía recibir un préstamo para 1-4 ha. Como en el programa del INI, la SEDESOL no cobraba intereses y los préstamos se pagaban a un fondo comunitario para obras públicas locales. En ambos programas, el ejido decidía si los avecindados y anexantes que no poseían tierras eran elegibles para los préstamos. En la mayoría de los casos no lo eran y los agricultores más pobres resultaban entonces aun más marginados.

La tecnología del frijol de abono

Como se señaló anteriormente, la disminución de la fertilidad del suelo y el aumento de las infestaciones por malezas en los campos de

Cuadro 1. El régimen de tenencia de la tierra y el tamaño de las fincas en las tres aldeas estudiadas en Veracruz, México.

	Soteapan (n=37)	Venustiano Carranza (n=25)	Santa Rosa (n=30)
	Promedio	Promedio	Promedio
Tamaño de las fincas (ha)	5.2	17.2	9.7
Superficie de maíz (ha)	1.3	1.7	2.3
	(%)	(%)	(%)
Ejidatarios	46	68	57
Hijos de ejidatarios	19	20	27
Avecindados	35	12	17

maíz restringían la producción del cereal en la Sierra (Buckles y Erenstein, 1996). La investigación con la participación de los agricultores efectuada durante dos años en la zona había identificado el frijol de abono como una posible tecnología para resolver esos problemas (Buckles y Perales 1995). En 1992, el Proyecto de la Sierra de Santa Marta (PSSM), un organismo mexicano no gubernamental involucrado en proyectos de investigación y extensión en la Sierra, inició una campaña de extensión en forma conjunta con el CIMMYT para informar a los agricultores acerca del frijol de abono e instarlos a experimentar con él en sus campos (Buckles, Arteaga y Soule 1994).⁴

Para comenzar la campaña, se organizó un taller con agricultores de varias comunidades con el propósito de considerar diversas opciones de manejo del frijol de abono y solicitar la ayuda de los agricultores para poner esas opciones a disposición de otros agricultores de sus comunidades. Posteriormente, se organizaron asambleas generales en más de 20 comunidades con el fin de mostrar diapositivas sobre el manejo del frijol de abono y analizar el potencial de la práctica para su empleo en el sistema agrícola local. Se invitó a los agricultores a tomar 1.5 kg de semilla de frijol de abono si estaban interesados en ensayarlo en sus propios campos. Esta semilla es suficiente para cubrir una «tarea», una unidad local de medición de la tierra que tiene 25 m de lado (625 m²). Más de 300 agricultores pidieron semillas. Noventa y nueve de ellos fueron visitados posteriormente por personal del proyecto y agricultores que habían experimentado en el empleo del frijol de abono (Buckles, Arteaga y Soule 1994).

La presentación hecha a los agricultores sugería que experimentaran con una de dos estrategias de manejo del frijol de abono: (1) el cultivo del frijol de abono intercalado entre los surcos de maíz 30-40 días después de la siembra del maíz, con 1 m de distancia entre las plantas de frijol; o (2) la siembra del frijol de abono en un campo roturado antes de las primeras lluvias, dejando 1 m entre las plantas, con el fin de mejorar el suelo para cultivos futuros de maíz. Con el propósito de facilitar las comparaciones con la práctica habitual de los agricultores, se instó a éstos a sembrar la tarea de frijol de abono y maíz próxima a una tarea de maíz sin frijol de abono.

Los agricultores que aceptaron la semilla acordaron sembrarla y permitir que un agente de extensión a nivel de la aldea visitara sus campos para supervisar el desarrollo del frijol de abono y el maíz. Ochenta y ocho de los 99 agricultores supervisados realmente sembraron el frijol de abono en sus campos, por lo general como cultivo intercalado. Cuarenta y dos agricultores sembraron el frijol de abono como cultivo intercalado en 1992, y únicamente dos de ellos siguieron la estrategia de sembrar el frijol de abono solo en un campo roturado o usaron algún otro método. Como fueron tan pocos los agricultores que ensayaron el frijol de abono cultivado solo para mejorar el barbecho, en este estudio se analiza únicamente el frijol de abono como cultivo intercalado. En 1993, 42 agricultores también sembraron el frijol de abono como cultivo intercalado, pero 11 de ellos lo hicieron por primera vez y otros 11 agricultores habían abandonado la práctica. A pesar de que se sugirió a los agricultores sembrar el cultivo intercalado de frijol de abono 30-40 días

⁴ En 1993 y 1994 se repitió la campaña con algunas modificaciones.

después de la siembra del maíz, los agricultores en realidad sembraron el frijol entre 10 y 125 días más tarde.

Los beneficios y costos previstos del cultivo intercalado de frijol de abono varían entre el primero y los siguientes años de empleo. En el primer año, la mejora de las propiedades del suelo es menos evidente porque no se ha incorporado el mantillo de frijol de abono del ciclo anterior. A partir del segundo año, se pueden esperar mejoras del suelo que llevarán a aumentos perceptibles del rendimiento (Zea 1992). Además, en el primer año de empleo se producen los costos adicionales de la siembra del frijol de abono. En años posteriores, algunas semillas pueden brotar espontáneamente y, por lo tanto, se requiere una siembra menor. La mano de obra, en comparación con las prácticas tradicionales, puede aumentar todos los años a causa de la necesidad de cortar los zarcillos del frijol de abono para que no estrangulen el maíz. La disminución del trabajo necesario para la desyerba (a causa de la capacidad del frijol de abono de ahogar las malezas) por lo general se nota sólo en el segundo año y los años siguientes. La necesidad de mano de obra para cosechar el maíz puede aumentar todos los años en los campos con cultivos intercalados de frijol de abono como resultado del abundante crecimiento de los zarcillos, que obstaculizan los movimientos. El hecho de que en un determinado año el empleo del frijol de abono aumente o disminuya la mano de obra total en comparación con la práctica habitual de los agricultores, depende de la fecha de siembra del frijol de abono, el grado de establecimiento de las plantas del frijol de abono y de otras prácticas de manejo usadas por el agricultor. Además, es probable que la necesidad de mano de obra disminuya a medida que los agricultores adquieran más experiencia en el manejo del frijol de abono.

En general, los agricultores de la encuesta encontraron que, durante el primero y el segundo año de empleo, el cultivo intercalado del frijol de abono requería una cantidad total de trabajo por hectárea mayor que la del maíz sin el frijol de abono, si bien con el frijol de abono los agricultores tendían a usar más mano de obra familiar y considerablemente menos trabajadores contratados en sus campos de maíz. Entre los que emplearon el frijol de abono, el trabajo por hectárea para el maíz intercalado con el frijol de abono promedió los 79 días, mientras que, con la práctica habitual de los agricultores, el trabajo por hectárea fue en promedio de 65 días. Los agricultores que sembraron el frijol de abono intercalado durante dos años seguidos en la misma parcela tuvieron en promedio 74 días de trabajo por hectárea en el segundo año.

Como se mencionó anteriormente, los principales beneficios del empleo del frijol de abono se vinculan con sus efectos sobre las propiedades del suelo (y, por lo tanto, sobre el rendimiento) y el control de la maleza. La mayor necesidad de mano de obra para manejar el frijol de abono representa un costo importante para muchos agricultores. Investigaciones anteriores en la zona habían identificado varias otras desventajas del frijol de abono que podrían influir en la decisión de los agricultores acerca de su empleo. Esas desventajas incluían un mayor riesgo de incendio como resultado de la biomasa seca, el aumento de la incidencia de ratas y serpientes y la pérdida de superficie normalmente asignada a los frijoles comestibles y destinada ahora al frijol de abono. Con el fin de comprender la trascendencia de las diversas ventajas y desventajas para los agricultores, se pidió a todos los agricultores, incluidos los que no emplearon el frijol de abono, que mencionaran en orden de importancia las ventajas y las desventajas que se representaron

gráficamente en una serie de tarjetas.⁵ El Cuadro 2 muestra la frecuencia con que los agricultores indicaron las diversas ventajas y desventajas.

La ventaja del frijol de abono observada más comúnmente fue la mayor fertilidad del suelo, seguida por la conservación de la humedad y el control de la maleza. En consecuencia, desde su exposición inicial al frijol de abono y las presentaciones de extensión los agricultores comprendieron que el frijol de abono podría ayudarles al mejorar la fertilidad del suelo y por su capacidad de retener la humedad. También pensaban que el frijol de abono podría contribuir al control de la maleza en sus campos.

Por otra parte, 40 agricultores identificaron como la desventaja principal el aumento de la incidencia de ratas y serpientes en los campos

con frijol de abono. Algunos agricultores señalaron que las ratas trepaban por los zarcillos del frijol de abono para comer el maíz a medida que madura en los campos (Buckles y Perales 1995). Si bien algunos agricultores pensaban que el frijol de abono les ayudaría a combatir la maleza (y, por consiguiente, posiblemente reduciría la necesidad de mano de obra), otros opinaban que el frijol de abono aumentaría el trabajo en el campo de maíz. Sólo 11 agricultores consideraron la competencia por espacio del frijol de abono con los frijoles comestibles como una restricción para el empleo del primero.

Es importante destacar que las evaluaciones de los agricultores se basaron en sólo un año de experiencia con el cultivo. Es probable que sus estimaciones de las ventajas y las desventajas se modifiquen a medida que empleen el frijol de abono en su ambiente.

Cuadro 2. Ventajas y desventajas del frijol de abono identificadas por los agricultores de las aldeas estudiadas en Veracruz, México.

	Ventaja más importante	Segunda ventaja importante
Aumenta la fertilidad del suelo	28	21
Conserva la humedad	17	8
Combate la maleza	16	14
Ablanda el suelo	11	10
Mejora el ciclo de la estación seca	6	7
Controla la erosión	3	9
	Desventaja más importante	Segunda desventaja importante
Ratas y serpientes	40	11
Más trabajo	18	9
No hay frijoles	10	1
Riesgo de incendios	7	12
Ninguna desventaja	6	0

Los datos de la encuesta y el modelo empírico

Los datos

Los agricultores a quienes se les presenta la siembra del frijol de abono entre los surcos de maíz deben evaluar la utilidad de esa técnica en sus propias fincas y decidir qué proporción de la superficie de maíz sembrarán con los métodos tradicionales de producción y cuánta superficie destinarán al cultivo intercalado del frijol de abono. En las primeras etapas del aprendizaje de la nueva técnica, algunos agricultores experimentarán sembrando una pequeña parte con el frijol de abono intercalado en el maíz para determinar la utilidad de la técnica en sus propias fincas, mientras que otros no sembrarán el frijol de abono. Partiendo

⁵ Se adoptó este sistema ya utilizado en el trabajo de Daniel Buckles, en ese momento antropólogo del Programa de Economía del CIMMYT. Véase Buckles et al. (1992).

del supuesto de que una medida de la utilidad de la tecnología nueva es su rentabilidad, esperamos que la estimación de la rentabilidad de la tecnología nueva varíe en los distintos agricultores y en un mismo agricultor al transcurrir el tiempo a causa de las diferencias en cuanto a la información sobre la técnica que tiene cada agricultor en cada año y las diferencias en el medio de producción de cada agricultor.

Este estudio analiza los factores vinculados con la decisión de experimentar con el frijol de abono. Se examina también la variación en las evaluaciones subjetivas de los agricultores de la rentabilidad media del cultivo del frijol de abono intercalado en el maíz, en comparación con su evaluación subjetiva de la rentabilidad media de su práctica habitual de cultivo del maíz.⁶ La evaluación subjetiva del agricultor de los rendimientos estocásticos y, por lo tanto, las utilidades, refleja la incertidumbre acerca de los resultados del ciclo de producción agrícola, causada por el clima, los precios, las plagas, el grado de experiencia con la tecnología usada, el riesgo de la tecnología y otras variables que están más allá del control de los agricultores. Se espera que la evaluación subjetiva se modifique de un año a otro a medida que cambian la información de que disponen los agricultores, los precios y otras condiciones del medio agrícola. Esta incertidumbre acerca de los rendimientos de maíz y, en consecuencia, las utilidades en cualquier año para ambas prácticas se refleja en las distribuciones de probabilidad de los rendimientos y las utilidades. En otras palabras, el agricultor

puede asignar una probabilidad muy escasa a un rendimiento muy alto o muy bajo, y probabilidades más altas a rendimientos y utilidades situados entre los dos extremos.⁷

Si bien la evaluación subjetiva se modificará de un año a otro a medida que los agricultores adquieran más experiencia con el cultivo intercalado del frijol de abono, para este estudio sólo se dispuso de los datos correspondientes a un año, 1993, cuando a los agricultores que usaron el frijol de abono como cultivo intercalado en 1992 se les preguntó acerca de sus expectativas en cuanto a la rentabilidad del cultivo intercalado de maíz y frijol de abono y la de su práctica habitual en 1993. En este último año, los agricultores ya tenían un año de experiencia con el frijol de abono y podían esperar lograr algunos de los beneficios que se obtienen sólo después del segundo año de empleo, como la mayor fertilidad del suelo y el control de la maleza.

Las evaluaciones subjetivas de las utilidades por los agricultores se derivaron de sus estimaciones subjetivas de la distribución del rendimiento del maíz en las parcelas con y sin frijol de abono. Se usó una distribución triangular para obtener la distribución de probabilidad de los rendimientos (Anderson, Dillon y Hardaker, 1977).⁸ En consecuencia, se pidió a los agricultores que dieran el rendimiento de maíz más bajo probable, el rendimiento más alto probable y el rendimiento más probable para cada técnica en su finca. Se multiplicó cada punto del rendimiento por el precio de salida del maíz

⁶ «Evaluaciones subjetivas» o «probabilidades subjetivas» son términos empleados comúnmente en los cálculos de probabilidad y la estadística. Significan que las evaluaciones son hechas por el agricultor y no implican nada en cuanto a la precisión o exactitud de esas evaluaciones.

⁷ Suponiendo que los rendimientos y las utilidades tienen una distribución normal, la media y la varianza describen completamente la distribución.

⁸ Se han propuesto y usado varias técnicas para obtener distribuciones de probabilidad subjetiva (por ejemplo, Francisco y Anderson 1972; O'Mara 1983). Sin embargo, la distribución triangular probablemente sea la más fácil de aplicar con agricultores con escasa instrucción escolar.

específico para la aldea para llegar a una distribución triangular de las utilidades brutas. Se restaron entonces de cada punto en la distribución los costos totales (herbicidas, fertilizantes, mano de obra contratada, semilla y transporte de la cosecha) para llegar a la distribución de las utilidades netas con cada técnica. Se calcularon luego la media y la varianza de las utilidades por hectárea a partir de la distribución triangular de las utilidades netas.

Los precios de los insumos y los productos variaban en las tres aldeas, en gran medida por las diferencias en cuanto al acceso a carreteras y mercados. El Cuadro 3 presenta los insumos agrícolas más comúnmente usados (herbicida, fertilizante y mano de obra contratada) y sus precios en el momento del estudio en las tres aldeas, así como el precio medio de salida del maíz en cada aldea. Santa Rosa está en una carretera principal y, por lo tanto, tiene los precios más bajos para el maíz y el fertilizante pero un valor más alto del salario agrícola diario, ya que hay más alternativas en cuanto a oportunidades de ganar ingresos. Venustiano Carranza es la aldea más aislada (con escaso acceso vial) y, por consiguiente, tiene el precio más alto para el maíz. Soteapan ocupa un lugar intermedio entre las otras dos aldeas en cuanto al acceso a los mercados y los precios.

Cuadro 3. Precios (en pesos mexicanos) de los insumos y los productos en las tres aldeas estudiadas en Veracruz, México.

	Soteapan	Venustiano Carranza	Santa Rosa
Herbicida (\$mex./l)	22	23	23
Fertilizante (\$mex./ha)	0.72	0.72	0.67
Mano de obra contratada (\$mex./día)	10	15	15
Maíz (\$mex./kg)	0.8	0.9	0.7

Nota: 3 \$mex. = 1 dólar estadounidense

En el Cuadro 4 se presentan los datos sobre los costos de todos los insumos y los rendimientos y utilidades medios por hectárea, calculados a partir de la distribución triangular de las evaluaciones subjetivas de los rendimientos efectuadas en 1993. Se indican los promedios de la muestra total y de las submuestras de usuarios y no usuarios del frijol de abono como cultivo intercalado. El promedio subjetivo y la desviación estándar de las utilidades netas con ambas tecnologías (el maíz cultivado usando la práctica habitual de los agricultores y el maíz cultivado en forma intercalada con el frijol de abono) se calculan a partir de la distribución triangular cuando no se resta como costo la mano de obra familiar. Las utilidades previstas para 1993 son el promedio de la distribución de probabilidad subjetiva de las utilidades. Las utilidades correspondientes a la mano de obra familiar por hectárea se calculan dividiendo las utilidades previstas por el número de días de trabajo de la familia por hectárea para cada agricultor. La media de la muestra es el promedio entre todos los agricultores. Las utilidades por hectárea previstas en 1993 y las utilidades del trabajo familiar con la práctica habitual de cultivo del maíz fueron más altas para los usuarios del frijol de abono en 1992 que para los no usuarios, si bien la diferencia no es estadísticamente significativa en el nivel de 0.05. Las utilidades previstas por hectárea fueron mucho más altas en los campos con el cultivo intercalado de frijol de abono que en aquellos en los que no existía este cultivo intercalado porque los rendimientos previstos eran más altos y era menor el empleo de herbicidas y fertilizantes. Sin embargo, el trabajo también fue mucho mayor, de tal modo que, por término medio, las utilidades de la mano de obra familiar en la parcela con frijol de abono son más bajas que en la parcela sin este cultivo.

El Cuadro 5 muestra las utilidades previstas cuando se restan los costos de la mano de obra familiar valorando esa mano de obra según el salario en el mercado. En general, las utilidades

previstas son más altas con el cultivo intercalado del frijol de abono. No obstante, a nivel de las fincas, el agricultor está más interesado en comparar las utilidades previstas

Cuadro 4. Utilidades (en pesos mexicanos) previstas por hectárea de maíz con y sin el cultivo intercalado del frijol de abono (no se restó como un costo el valor de la mano de obra familiar).

Variable	Muestra total (n=92) (promedio)	Usuarios del frijol de abono en 1992 (promedio)	No usuarios del frijol de abono en 1992 (promedio)
Práctica habitual de los agricultores			
Utilidades previstas (\$mex./ha)	876	912	847
Desviación estándar de las utilidades (en \$mex.)	211	207	214
Rendimiento previsto de maíz (kg/ha)	1,556	1,622	1,501
Herbicida (\$mex./ha)	105	89	118
Fertilizante (\$mex./ha)	44	40	47
Mano de obra contratada (días/ha)	11	13	10
Mano de obra familiar (días/ha)	54	53	54
Utilidades de la mano de obra familiar (\$mex./ha)	22.3	24.2	20.7
Maíz/cultivo intercalado de frijol de abono			
Utilidades previstas (\$mex./ha)	..	1,253	..
Desviación estándar de las utilidades (en \$mex.)	..	230	..
Rendimiento previsto de maíz (kg/ha)	..	1,814	..
Herbicida (\$mex./ha)	..	43	..
Fertilizante (\$mex./ha)	..	18	..
Mano de obra contratada (días/ha)	..	8	..
Mano de obra familiar (días/ha)	..	72	..
Utilidades de la mano de obra familiar (\$mex./ha)	..	23.5	..

Nota: 3 \$mex. = 1 dólar estadounidense

Cuadro 5. Utilidades (en pesos mexicanos) previstas por hectárea de maíz con y sin el cultivo intercalado del frijol de abono (se restó como un costo el valor de la mano de obra familiar).

Variable	Usuarios del frijol de abono en 1992	No usuarios del frijol de abono en 1992	o usuarios del frijol de abono en 1992
	Muestra total (n=92) (promedio)	(n=42) (promedio)	(n=50) (promedio)
Práctica habitual de los agricultores			
Utilidades previstas (\$mex./ha)	179	201	160
Desviación estándar de las utilidades	212	207	216
Maíz/cultivo intercalado de frijol de abono			
Utilidades previstas (\$mex./ha)	..	311	..
Desviación estándar de las utilidades	..	230	..
Diferencia en las utilidades previstas	..	110	..

Nota: 3 \$mex. = 1 dólar estadounidense.

según su propia evaluación de las dos tecnologías, más que en las utilidades previstas medias correspondientes a toda la muestra. La última fila del Cuadro 5 muestra que el promedio en la muestra de la diferencia entre las utilidades previstas del maíz intercalado con el frijol de abono y las utilidades previstas con la práctica habitual de los agricultores correspondiente a los 42 usuarios del frijol de abono es de 110 pesos mexicanos/ha. La Figura 1 presenta la distribución de la diferencia en las utilidades previstas entre los 42 agricultores.

Las barras en el histograma de la Figura 1 representan todos los casos que están entre el número situado directamente bajo la barra y el número más bajo anterior. Por ejemplo, en siete casos la diferencia en las utilidades previstas estuvo entre -100 y 0. Por lo tanto, 24 agricultores esperan que el cultivo del maíz intercalado con el frijol de abono sea, por término medio, más rentable que su práctica habitual, mientras que 18 agricultores esperan que su práctica habitual sea más rentable.

Como una de las principales formas en que la práctica habitual de cultivo del maíz varía entre los agricultores es el diverso empleo de

fertilizantes y/o herbicidas, resulta muy revelador examinar las utilidades previstas con ambas tecnologías entre los agricultores que usaron fertilizantes (con o sin herbicidas), los agricultores que usaron herbicidas (pero no fertilizantes) y los agricultores que no usaron ninguno de los dos insumos. Para esta definición de las utilidades previstas, se han restado todos los costos, incluidos los costos de la mano de obra familiar. En el Cuadro 6 se muestran los resultados de esta categorización.

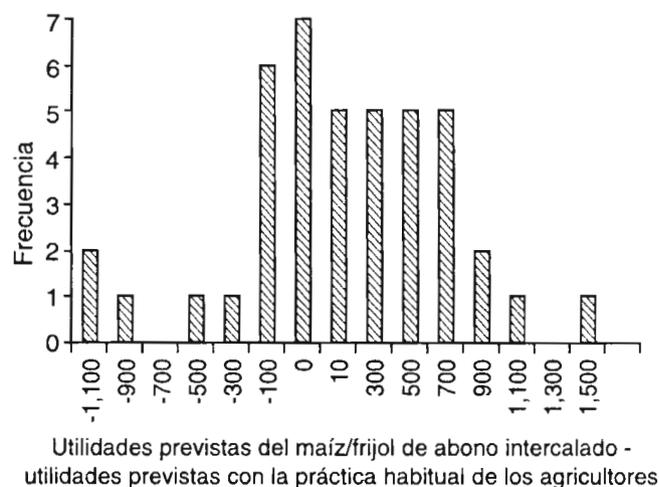


Figura 1. Distribución de la diferencia en las utilidades previstas en el estudio sobre el frijol de abono efectuado en Veracruz, México.

Cuadro 6. Utilidades (en pesos mexicanos) previstas por hectárea empleando fertilizantes y herbicidas.

		Se usó fertilizante	Se usó herbicida	No se usó ninguno de los dos
Práctica habitual de los agricultores				
Utilidades previstas por hectárea	Promedio	216	261	-165
	(Tamaño de la muestra)	(55)	(25)	(12)
Maíz/cultivo intercalado de frijol de abono				
Utilidades previstas por hectárea	Promedio	359	-3	691
	(Tamaño de la muestra)	(25)	(11)	(6)
Diferencia en las utilidades previstas por hectárea	Promedio	140	-180	522
	(Tamaño de la muestra)	(25)	(11)	(6)

Nota: 3 \$mex. = 1 dólar estadounidense.

Es notable la diferencia entre los resultados cuando se clasifica a los agricultores según su empleo de insumos modernos. Los agricultores que usaron herbicidas pero no fertilizantes esperaban que la práctica, por término medio, sería más rentable que el cultivo intercalado de frijol de abono. Los agricultores que usaron fertilizantes seguían esperando que el cultivo intercalado del frijol de abono sería más rentable. Si bien el tamaño de la muestra es pequeño en el caso de los agricultores que no usaron herbicidas ni fertilizantes, estos agricultores esperaban utilidades mucho más altas con el maíz con el frijol de abono intercalado que sin este último cultivo. Dados los tamaños pequeños de las muestras y las grandes varianzas, no se puede rechazar una prueba sencilla de la hipótesis de la igualdad de los promedios en ninguno de los tres grupos. Sin embargo, esta clasificación muestra la importancia del control de la maleza y el acceso a los herbicidas en la determinación de las utilidades. Indica que los agricultores que no pueden comprar los herbicidas podrían ser los más beneficiados al adoptar el cultivo intercalado del frijol de abono. Estos resultados se examinarán más a fondo como parte del análisis estadístico más adelante.

Se puede notar que a veces las utilidades previstas son negativas. Como se ha restado como un costo la mano de obra familiar valorada según el salario en el mercado, las utilidades negativas indican que algunos agricultores no ganan el salario del mercado por su trabajo familiar. Perales (1992) también informó utilidades negativas para algunos agricultores en un estudio efectuado en la aldea de Soteapan.

El modelo empírico

De los 92 agricultores de la muestra, 42 habían experimentado con el cultivo intercalado del frijol de abono en 1992. En el caso de los 50 agricultores que no experimentaron, no se dispone de datos sobre sus expectativas acerca de la rentabilidad del maíz y el cultivo intercalado del frijol de abono para el siguiente año, 1993. Por consiguiente, los 42 agricultores que experimentaron con el frijol de abono en 1992, para los cuales hay datos sobre las utilidades previstas para 1993, forman una muestra no aleatoria, que plantea un problema de selección de la muestra.

Si se aplicara una regresión de cuadrados mínimos a esta muestra no aleatoria de las utilidades previstas para los 42 agricultores, el modelo produciría estimaciones sesgadas de los coeficientes (Heckman 1979). Con el fin de obtener estimaciones no sesgadas, se aplica un modelo con dos ecuaciones. La primera ecuación se basa en una variable dependiente binaria: que el agricultor experimentó o no con el frijol de abono en 1992. Este modelo binario o de probit estima la probabilidad de experimentación con el frijol de abono en 1992 y es representado por la ecuación:⁹

$$(1) \quad Z_i = W_i\gamma + u_i,$$

donde Z_i toma un valor de 1 para los agricultores que usaron el frijol de abono en 1992 y de 0 si no lo hicieron, y W_i es un vector de variables exógenas que se espera afectarán la decisión de experimentar con el frijol de abono.

La segunda ecuación es una regresión que explica la diferencia en las utilidades previstas

⁹ Se podría usar un modelo de tobit con una variable dependiente de la superficie de tierra cultivada con la tecnología nueva. No obstante, la mayoría de los agricultores (69%) que sembraron el frijol de abono en 1992 sembraron 1/16 ha, así que hay poca variación en la superficie cultivada y, por lo tanto, se gana muy poco usando la tobit en lugar de la especificación de la probit.

para 1993 en el caso de los agricultores que usaron el frijol de abono en 1992, y está representada por (Greene 1993):

$$(2) \quad Y_i = X_i \beta + \varepsilon_i,$$

donde se observa Y_i únicamente cuando $Z_i = 1$. Y_i se define como la diferencia en las utilidades previstas con las dos tecnologías, y X_i es un vector de las variables que influyen en la rentabilidad prevista del cultivo del frijol de abono intercalado con el maíz, en comparación con la práctica habitual de cultivo del maíz, para cada agricultor. Una variable extra calculada a partir del modelo de probit, la razón inversa de Mill, también se incluye en X_i para corregir el sesgo en la selección de la muestra.¹⁰

Las dos ecuaciones, tomadas juntas, nos ayudan a determinar qué tipo de agricultor inicialmente experimentó con el frijol de abono y, en el caso de los agricultores que no experimentaron, cuáles factores se vinculan con las expectativas de una mayor rentabilidad del maíz con el frijol de abono intercalado.

Suponiendo que los términos de error u_i y ε_i tienen una distribución normal bivariable, se aplica el procedimiento de Heckman de estimación en dos pasos para corregir el sesgo de la selección de la muestra. Se usó el paquete econométrico LIMDEP (Greene 1991) para las estimaciones que se indican a continuación.¹¹

VARIABLES EXPLICATIVAS Y ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS

En el Cuadro 7 se presentan los estadísticos descriptivos correspondientes a las variables empleadas en el análisis para toda la muestra, para los agricultores que usaron el frijol de abono en 1992 y para los agricultores que no usaron. La elección de las variables explicativas en el sistema de dos ecuaciones está orientada por la teoría económica y por estudios anteriores sobre la adopción (ya que se ha hecho muy poco trabajo previo sobre los factores que afectan la experimentación).¹² Se espera que las fincas grandes y la seguridad en la tenencia de la tierra se asociarán en forma positiva con la decisión de experimentar con el cultivo del frijol intercalado en el maíz, ya que las fincas grandes tendrán que dedicar una proporción más pequeña del total de la superficie a la técnica nueva y los agricultores con una tenencia segura estarán mejorando su propia tierra. El tamaño medio de las fincas de la muestra es de 9.9 ha, pero la extensión de las fincas varía entre 0.25 y 80.25 ha. Los ejidatarios son los que tienen mayor seguridad entre los tres tipos de tenencia de la tierra y representan el 55% de los agricultores de la muestra.¹³

También es más probable que ensaye el frijol de abono el agricultor que ha estado cultivando la misma parcela de maíz durante muchos años. Los agricultores incluidos en la encuesta habían cultivado sus parcelas de maíz por un

¹⁰ La razón inversa de Mill, λ , se calcula usando las estimaciones de probit para $\gamma(\lambda = \phi(\gamma'W) / \Phi(\gamma'W))$, donde ϕ y Φ son la función de la densidad normal y la función de la densidad acumulativa, respectivamente.

¹¹ Se presenta un análisis más completo en Soule (1994).

¹² Se consultaron muchos estudios al desarrollar estas hipótesis, como los de Ervin y Ervin (1982); Featherstone y Goodwin (1993); Feder, Just y Zilberman (1985); Feder y Onchan (1987); Lee y Stewart (1983); Norris y Batie (1987); Rahm y Huffman (1984); Saliba y Bromley (1984); y Smale, Heisey y Leathers (1995).

¹³ En este estudio, los ejidatarios son quienes tienen más seguridad en la tenencia de la tierra, los hijos de los ejidatarios actualmente no tienen tierras propias pero pueden esperar heredar las que están trabajando, y los avecindados trabajan las tierras que se les han asignado por un año y, por lo tanto, son los que tienen menos seguridad en cuanto a la tenencia de la tierra.

promedio de casi nueve años, sin dejar descansar el suelo. Los usuarios del frijol de abono tendieron a emplear el frijol de abono intercalado en el maíz en los campos que habían sido cultivados continuamente (por lo menos en un ciclo al año) durante un promedio de 11 años. Esto indica que los usuarios del frijol de abono tal vez hayan estado escogiendo los campos más degradados para el cultivo intercalado del frijol de abono, en lugar de producir el maíz con su práctica habitual.

La religión también puede ser importante para explicar la experimentación con el frijol de abono intercalado en el maíz, ya que los católicos y los protestantes a menudo tienen actividades sociales por separado. En una de las tres aldeas, la técnica del cultivo intercalado fue promovida por un activista de la comunidad católica. El 87% de los agricultores de la muestra son católicos.

El hecho de que el jefe de la familia trabajara fuera de la finca en el año anterior es una

Cuadro 7. Estadísticos descriptivos correspondientes a la muestra de agricultores del estudio sobre el frijol de abono efectuado en Veracruz, México.

Variable	Muestra total (n=92) (Promedio)	Usuarios del frijol de abono en 1992 (n=42) (Promedio)	No usuarios del frijol de abono en 1992 (n=50) (Promedio)
Diferencia en las utilidades previstas	..	110	..
Tamaño de las fincas (ha)	9.9	9.09	10.6
Años en que se ha cultivado la misma parcela \ de maíz desde el desmonte original	8.9	11.4	6.9
Tamaño de la familia	5.6	5.4	5.9
Años de escolaridad	2.4	2.1	2.6
Edad	40.5	42.5	38.8
Número de «tareas» de frijol de abono sembradas en 1992	0.8	1.8	0.0
Número de campos de frijol de abono observados	3.9	5.7	2.4
	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
Variable binaria (0-1):			
Sembró frijol de abono en 1992	46	100	0
Ejidatario	55	57	53
Hijo de un ejidatario	22	26	19
Avecindado	23	17	28
Religión (católica) ^a	87	95	79
El jefe de la familia trabajó fuera de la finca el año anterior	50	40	58
Limitado por los créditos	61	62	60
Dos o más años de escolaridad	53	43	61
Usó fertilizante en 1992	60	60	60
Usó herbicida pero no fertilizante en 1992	27	26	28
No usó ni fertilizante ni herbicida en 1992	13	14	12
Participó en la campaña de extensión en 1992	41	86	4
Variable ficticia de la aldea de Venustiano Carranza	27	24	30
Variable ficticia de la aldea de Santa Rosa	33	38	28
Variable ficticia de la aldea de Sotepan	40	38	42

Nota: La «tarea» es una unidad local de medición de la tierra que tiene 25 m de lado (625 m²).

^a Sólo se pudo determinar en 90 agricultores.

variable que indica si el agricultor tenía otras oportunidades de obtener ingresos. Se espera que sea menos probable que usen el frijol de abono los agricultores con otras oportunidades laborales y, por lo tanto, menos tiempo para trabajar en sus propias fincas. El 50% de los agricultores de la muestra trabajaron fuera de sus fincas en el año anterior. También se supone que las familias más grandes podrían disponer de más mano de obra y, por consiguiente, es más probable que esas familias empleen el cultivo intercalado de frijol de abono. La familia típica de los agricultores de la encuesta tenía 5.6 miembros.

Se consideró que un agricultor estaba limitado por los créditos cuando no recibía ningún crédito pero lo deseaba, o recibía algún crédito pero quería más. Es más probable que un agricultor que no está limitado por los créditos adquiera fertilizantes químicos y herbicidas en lugar de usar el frijol de abono, si el agricultor encuentra que son elevados los beneficios aportados por los insumos químicos. El 61% de los agricultores consideraban que estaban limitados por los créditos.

Se incluyeron la edad y la escolaridad en la regresión porque a menudo se ha encontrado que los agricultores de más edad, con más experiencia y más instrucción adoptan tempranamente las tecnologías nuevas. Se incluyeron variables ficticias de las aldeas para tener en cuenta los efectos a nivel de las aldeas.

Una serie de factores influirán en la variación de la diferencia entre las utilidades previstas (la segunda ecuación estimada en el procedimiento en dos pasos). Se espera que los agricultores que cultivan los campos más

antiguos perciban que el frijol de abono intercalado es relativamente más rentable ya que sus campos pueden estar más degradados. Si un agricultor usó fertilizantes o herbicidas (o ambos insumos) en el año anterior, se espera que el agricultor encontrará la tecnología más estable en comparación con el cultivo del frijol de abono intercalado en el maíz.¹⁴ El 60% de los agricultores utilizaron fertilizantes (con o sin herbicidas) en 1992, mientras que el 27% usaron herbicidas pero no fertilizantes. Sólo el 13% no usó ninguno de los dos insumos. Del mismo modo, los agricultores limitados por los créditos normalmente usan menos insumos adquiridos y, por lo tanto, podrían encontrar que el cultivo intercalado del frijol de abono es relativamente más rentable que la práctica habitual.

Se incluyeron tres variables como medidas del grado de conocimiento del cultivo intercalado del frijol de abono: (1) el número de «tareas» sembradas con maíz/frijol de abono en 1992; (2) la participación del agricultor en el programa de extensión efectuado en 1992; y (3) la cantidad de otros campos con maíz/frijol de abono que había observado el agricultor en otras fincas. Se espera que los agricultores mejor informados sistemáticamente percibirán que el cultivo de maíz/frijol de abono es más o menos rentable en comparación con las prácticas actuales, según que sus experiencias fueran negativas o positivas. Los agricultores que usaron frijol de abono en 1992 sembraron un promedio de 1.8 «tareas» y los usuarios del frijol de abono observaron este cultivo en otros campos un promedio de 5.7 veces. Los no usuarios estaban menos informados acerca del frijol de abono en otros campos y sólo lo observaron un promedio de 2.4 veces.

¹⁴ Se usó el empleo de insumos adquiridos en el año anterior en lugar de en el año actual para evitar los problemas de modelado asociados con las decisiones simultáneas.

Nuevamente, se incluyeron variables ficticias de las aldeas para tener en cuenta los efectos a nivel de las aldeas. De la muestra de 92 agricultores, se dispuso de 90 observaciones para el análisis, ya que hubo dos valores faltantes en la variable de la religión.

Resultados empíricos

La primera ecuación del modelo de regresión examina los factores asociados con la experimentación con el cultivo intercalado de maíz y frijol de abono en 1992. Se indican los resultados en la mitad superior del Cuadro 8. Fue menos probable que experimentaran con el frijol de abono las familias de agricultores donde el jefe realizaba algún trabajo fuera de la finca, en comparación con las familias donde el jefe no efectuaba ese tipo de trabajos. Es probable que los agricultores con trabajo y oportunidades de obtener ingresos fuera de las fincas tengan un mayor costo de oportunidad del trabajo que los agricultores que no trabajan fuera de las fincas y, por consiguiente, estarán menos interesados en una técnica que podría aumentar la mano de obra y el tiempo de manejo. Contrariamente a lo señalado acerca de la educación en otros estudios sobre la adopción (Ervin y Ervin 1982), fue menos probable que los agricultores con más escolaridad ensayaran el cultivo intercalado del frijol de abono. Una explicación de que la menor escolaridad se asociara con el empleo del frijol de abono puede ser que esta tecnología es fácil de comprender y aplicar: no hay que leer etiquetas ni seguir instrucciones estrictas para la aplicación. Fue más probable que los católicos experimentaran con el frijol de abono, en comparación con los protestantes, porque la técnica fue promovida en parte por activistas católicos. También fue más probable

que experimentaran con el frijol de abono los agricultores de la aldea de Santa Rosa, en comparación con los de las otras dos aldeas de la muestra.

No se encontró que el régimen de tenencia de la tierra ni el tamaño de las fincas, variables comúnmente mencionadas como factores que explican la adopción de las prácticas que mejoran el suelo (Lee y Stewart 1983; Feder y Onchan 1987), fueran importantes para explicar la decisión de experimentar con el frijol de abono. Se ha señalado que la deficiente calidad del suelo, medida por un creciente número de años desde que se cultivó por primera vez la misma parcela, podría tener un efecto positivo sobre la decisión de usar el frijol de abono, pero los datos no confirmaron esta hipótesis. El tamaño de la familia, la edad del jefe de ésta y el hecho de que el agricultor estuviera o no limitado por los créditos no fueron factores importantes para explicar la decisión de experimentar con el frijol de abono.

Los factores más importantes que explican la diferencia en las utilidades previstas (las utilidades previstas con una hectárea sembrada con maíz y frijol de abono intercalado menos las utilidades previstas con una hectárea de maíz cultivado con la práctica habitual de los agricultores) son las dos variables ficticias que miden el empleo de los insumos modernos: el empleo de fertilizantes (con o sin herbicidas) y el empleo de herbicidas (sin fertilizantes). El coeficiente de la variable ficticia puede ser interpretado como la medida en que las utilidades difieren para un agricultor en la categoría en comparación con la base (Kennedy 1992). En comparación con un agricultor que no usó fertilizantes o herbicidas, el agricultor medio que empleó fertilizantes percibió una diferencia en las utilidades previstas equivalente a 517 pesos mexicanos/ha menos.

Del mismo modo, el agricultor medio que usó herbicidas pero no fertilizantes encontró una diferencia en las utilidades previstas de 837 pesos mexicanos/ha menos que las utilidades

del agricultor medio que no empleó insumos químicos. En otras palabras, los agricultores que no usaron herbicidas ni fertilizantes encontraron el cultivo intercalado del frijol de

Cuadro 8. Resultados del análisis econométrico en el estudio del frijol de abono efectuado en Veracruz, México.

Factores que explican la probabilidad de experimentación en 1992		
Variable independiente	Coefficiente	Razón t
Tamaño de las fincas (registrado cronológicamente) ^a	-0.0184	-0.099
Tenencia 1 (1 = ejidatario, 0 = otra)	0.0873	0.179
Tenencia 2 (1 = hijo de ejidatario, 0 = otra)	0.6394	1.363
Tenencia 3 (1 = avecindado, 0 = otra), caso omitido
Años en que se cultivó la misma parcela de maíz desde el desmonte original	0.0059	0.370
Variable ficticia de la religión (1 = católica, 0 = otra)	1.2493**	2.292
El jefe de la familia trabajó fuera de la finca el año anterior (1 = sí, 0 = no)	-0.6156*	-1.674
Tamaño de la familia	0.0340	0.493
Limitado por los créditos (1 = sí, 0 = no)	0.0782	0.238
Variable ficticia de la educación (1 = 2 o más años de escolaridad, 0 = 0-1 año de escolaridad)	-0.8982**	-2.545
Edad del jefe de la familia	0.0059	0.373
Variable ficticia de la aldea de Venustiano Carranza (1 = V. Carranza, 0 = otra)	0.16014	0.362
Variable ficticia de la aldea de Santa Rosa (1 = Santa Rosa, 0 = otra)	0.8741**	2.025
Variable ficticia de la aldea de Soteapan (1 = Soteapan, 0 = otra), caso omitido
Constante	-1.3604	-1.185
Número de observaciones	90	
R cuadrada de Maddala	0.22	
Porcentaje de predicciones correctas	72%	
Factores que explican la diferencia en las utilidades previstas para los que experimentaron		
Variable independiente	Coefficiente	Razón t
Años en que se cultivó la misma parcela de maíz desde el desmonte original	-13.332**	-2.133
Limitado por los créditos (1 = sí, 0 = no)	157.32	1.063
Usó fertilizante en 1992 (1 = sí, 0 = no)	-516.98**	-2.538
Usó herbicida pero no fertilizante en 1992 (1 = sí, 0 = no)	-837.16**	-3.749
Número de «tareas» de frijol de abono sembradas en 1992	-58.136	-1.428
Participó en la campaña de extensión en 1992 (1 = sí, 0 = no)	-20.367	-0.081
Número de campos de frijol de abono observados	21.333**	2.501
Variable ficticia de la aldea de Venustiano Carranza (1 = V. Carranza, 0 = otra)	-258.27	-1.276
Variable ficticia de la aldea de Santa Rosa (1 = Santa Rosa, 0 = otra)	-203.07	-1.089
Variable ficticia de la aldea de Soteapan (1 = Soteapan, 0 = otra), caso omitido
Constante	891.6**	2.107
Parámetro de la selectividad	-89.980	-0.407
Number of observations	42	
R cuadrada	0.41	

Nota: * = significativo en el nivel del 10%; ** = significativo en el nivel del 5%.

Nota: La «tarea» es una unidad local de medición de la tierra que tiene 25 m de lado (625 m²).

^a Se registró cronológicamente el tamaño de las fincas porque se espera que la relación sea no lineal.

abono mucho más rentable que su práctica habitual de no usar insumos modernos, en comparación con los agricultores que empleaban insumos químicos.

Se esperaba que los campos que habían sido cultivados durante más tiempo serían los más degradados y, por lo tanto, se beneficiarían más con el cultivo intercalado del frijol de abono. Sin embargo, el signo correspondiente al número de años transcurridos desde que el agricultor había cultivado por primera vez la misma parcela fue significativo, pero negativo más que positivo. Una explicación es que los beneficios de aumento de la fertilidad causados por el frijol de abono pueden tardar más en aparecer en los campos más degradados.

La cantidad de campos con un cultivo intercalado de frijol de abono que un agricultor había observado es una variable que mide la información del agricultor acerca de la rentabilidad del cultivo intercalado del frijol de abono. El signo positivo en esta variable indica que los agricultores que ensayaron el frijol de abono en 1992 no tuvieron experiencias uniformemente favorables, pero aquellos agricultores que complementaron su propia experimentación con la observación de otros campos resultaron impresionados más favorablemente por la tecnología.

Por último, el parámetro de la selectividad, λ , no es significativo en la segunda ecuación. Esto implica que la ecuación de las utilidades para los que experimentaron con el frijol de abono probablemente no es diferente de la ecuación de las utilidades no observadas de los agricultores que no experimentaron con el cultivo del frijol de abono intercalado en el maíz en 1992.

Implicaciones para las políticas e investigaciones futuras

Implicaciones para las políticas

Se efectuó este estudio en una etapa muy temprana del proceso de difusión de la tecnología y los juicios de los agricultores involucrados se basan sólo en una experiencia limitada con el frijol de abono. Sus expectativas en cuanto a los efectos del frijol de abono sobre el rendimiento y las utilidades probablemente cambiarán con el tiempo a medida que los agricultores adquieran más experiencia con el frijol de abono. No obstante, a partir de este estudio se pueden establecer algunas conclusiones o implicaciones generales que posiblemente ayuden a quienes formulan las políticas a modificar la tecnología del frijol de abono y a diseñar otras tecnologías nuevas para la zona.

La práctica habitual de producción del maíz con la cual el agricultor compara el cultivo intercalado de maíz y frijol de abono desempeña una función importante en la percepción de la rentabilidad de la tecnología nueva. Los agricultores que no usaron herbicidas ni fertilizantes encontraron el cultivo intercalado del frijol de abono mucho más rentable en comparación con la tecnología antigua, que los agricultores que ya usaban herbicidas y fertilizantes químicos. Sin embargo, esas percepciones podrían modificarse a medida que los agricultores se familiaricen más con la tecnología y experimenten con ella en otras formas (véase la discusión en la sección siguiente).

Los resultados también indican que, conforme aumentaba el valor del trabajo en las fincas y fuera de ellas, los agricultores parecían encontrar menos rentable o atractivo el cultivo intercalado del frijol de abono y no lo usaban. Como los herbicidas y los fertilizantes son

insumos que aumentan la productividad del trabajo, los agricultores que usaban esos insumos encontraban menos rentable el frijol de abono. Fue menos probable que los agricultores que trabajaban fuera de las fincas emplearan el frijol de abono porque éste requiere más trabajo y manejo. En consecuencia, el frijol de abono puede ser adoptable en amplia escala por los agricultores más pobres, pero es menos probable que los agricultores con salarios altos fuera de las fincas o con una mayor productividad del trabajo en las fincas adopten el cultivo intercalado del frijol de abono, aun cuando tengan más instrucción escolar e información.

Estos resultados subrayan la importancia de distinguir entre los distintos tipos de agricultores y las diferentes prácticas que emplean cuando se proponen, se desarrollan y se evalúan tecnologías nuevas. En su forma actual, la tecnología del maíz/frijol de abono parece ser más apta para los agricultores más pobres, que tienen menos acceso a los créditos y dinero en efectivo para adquirir insumos. Quienes formulan las políticas deben considerar si desean fomentar el desarrollo de tecnologías adecuadas principalmente para los agricultores más pobres y marginados, o si, en cambio, prefieren poner en práctica políticas que pongan los créditos y los insumos al alcance de esos agricultores. También hay muchas posibilidades de desarrollar una versión modificada de la tecnología del maíz/frijol de abono, en la cual el abono verde sea un complemento, más que un sustituto de los insumos químicos. Una tecnología de ese tipo podría resultar más apropiada para una gama más amplia de agricultores de la zona del estudio.

Política de extensión

Los resultados presentados anteriormente también tienen implicaciones para la política de extensión y el aprendizaje de los agricultores. En este análisis, más observaciones de campos de otros agricultores sembrados con el frijol de abono llevaron a una evaluación más favorable de la tecnología. No obstante, la mayor cantidad de observaciones también podría haber conducido a una evaluación menos favorable. De cualquier modo, las observaciones adicionales ayudaron a los agricultores a llegar con más rapidez a una evaluación estable, positiva o negativa, de la tecnología. Además, los agricultores que observaron la tecnología sólo en sus propios campos pueden haber resultado indebidamente influidos por un valor atípico si obtuvieron resultados ya sea muy buenos o muy malos con el cultivo intercalado de maíz y frijol de abono. La muestra más grande con que se cuenta para hacer inferencias cuando los agricultores observan una tecnología en otros campos contrarresta los efectos de una sola observación que influye en la evaluación. Es muy útil facilitar las discusiones entre los agricultores y las visitas a los campos de otros agricultores con el fin de evaluar la tecnología en circunstancias diferentes y con distintas técnicas de manejo.

Por último, este estudio del fomento de una tecnología nueva en potencia más sostenible tiene implicaciones para la forma en que se evalúan los programas de extensión. El éxito de los programas de extensión comúnmente se mide según la tasa de adopción de una tecnología nueva o según los aumentos de la producción causados por la tecnología nueva (Birkhaeuser, Evenson y Feder 1991). En el caso de la tecnología del frijol de abono, como en el

de muchas tecnologías sostenibles, no esperamos necesariamente grandes aumentos de la producción sino, más bien, una producción más estable y sostenible durante un período prolongado. Además, un programa de extensión quizás tenga mucho éxito en cuanto a su objetivo de proporcionar información a los agricultores para que puedan tomar la mejor decisión en sus propias circunstancias, pero el programa puede sin embargo producir tasas bajas de adopción si la tecnología resulta ser muy apropiada para un nicho ecológico específico o sólo un sector de agricultores. Podríamos esperar tasas bajas de adopción más frecuentes con las tecnologías que han sido sometidas a pocos ensayos en las estaciones experimentales o que son más aptas para nichos específicos, en comparación con las tasas de adopción previstas para las tecnologías que son más rentables en una zona más extensa y, por lo tanto, son adoptadas por muchos agricultores. En consecuencia, tal vez sea más apropiado determinar los efectos de la extensión sobre los conocimientos de los agricultores o sobre alguna medida de la sostenibilidad, en lugar de tener en cuenta sólo los rendimientos o las tasas de adopción.

Análisis de los costos y beneficios sociales e investigaciones futuras

El siguiente paso importante es medir los efectos del programa de extensión y la tecnología del frijol de abono sobre alguna medida de la sostenibilidad. Por desgracia, un análisis de ese tipo estaba fuera del ámbito de este estudio. Para considerar esta cuestión, primero habría que definir una medida de la sostenibilidad. Las medidas comunes son las tasas de pérdida del suelo o los cambios de los nutrientes del suelo, pero esos estudios rara vez se efectúan en los campos de los agricultores

porque son muy costosos. Además, tenemos que considerar la sostenibilidad de las prácticas actuales y la sostenibilidad de la tecnología nueva. Como las prácticas de cultivo varían mucho entre los agricultores, tendríamos que considerar más de una práctica. Puede ser que una de las prácticas actualmente usadas por los agricultores sea tan sostenible como la tecnología nueva que se propone. Sencillamente no contamos con los datos para determinar esto.

Para realizar un análisis de los costos y beneficios sociales, también necesitamos información sobre factores externos. Si la tecnología nueva no aumenta las utilidades de los agricultores, ¿tiene efectos externos socialmente convenientes como una menor pérdida de la capa superficial del suelo o una reducción de escurrimiento de sustancias químicas en las capas freáticas de abastecimiento de agua potable? ¿Cuál es el valor de esos efectos externos para la sociedad en general?

Otra cuestión que se plantea es la importancia relativa de la sostenibilidad en el sistema de producción de maíz. ¿Es una hectárea de bosque de lluvia convertida en pastizales una amenaza para la sostenibilidad mayor que la amenaza representada por una hectárea de maíz cultivado con un empleo limitado de herbicidas y fertilizantes (la práctica actual de la mayoría de los agricultores)? Este es un problema importante en la Sierra de Santa Marta ya que en algunas aldeas, como en Venustiano Carranza, se dedica al pastoreo del ganado una superficie mucho mayor que la ocupada por la producción del maíz (400 ha de tierras de pastoreo y 50 ha de maíz en 1993) y continúa la destrucción del bosque de lluvia para obtener tierras de pastoreo.

Conclusiones

Si bien los agricultores más pobres podrían adoptar en gran escala el frijol de abono, según los resultados iniciales parece menos probable que los agricultores que actualmente cultivan con éxito el maíz usando fertilizantes y herbicidas o los agricultores que tienen oportunidades de trabajo fuera de las fincas adopten el cultivo del frijol de abono intercalado en el maíz. Sin embargo, es necesario precisar estas conclusiones. En primer lugar, en este estudio no se tuvieron en cuenta los costos totales del empleo de sustancias químicas, como la incidencia de las intoxicaciones provocadas por el uso incorrecto de los herbicidas (Buckles y Erenstein 1996) y los riesgos de escurrimiento de productos químicos en las capas freáticas que abastecen el agua potable. En segundo lugar, la economía mexicana ha cambiado mucho desde que se realizó el estudio en 1993. El precio más bajo del maíz, sumado a los precios más altos de los insumos químicos y la mayor restricción de los créditos, pueden hacer más atractivo para los agricultores el cultivo intercalado del frijol de abono. Por último, la agricultura es una actividad dinámica. La experimentación de los agricultores con la tecnología recién ha comenzado y la experimentación futura puede llevar a un método que aumente la producción y modifique las necesidades de mano de obra de tal modo que el frijol de abono u otro abono verde se vuelva más atractivo para los agricultores.

Esta investigación plantea otro problema más en cuanto a las políticas. Si bien el frijol de abono parece ser una tecnología apropiada, en particular para los agricultores más pobres, tal vez otras tecnologías podrían ayudar más a

esos agricultores. Aparentemente los agricultores que pueden comprar herbicidas y fertilizantes obtienen grandes aumentos de la productividad al usar esos insumos. Los agricultores más pobres no pueden comprarlos y a menudo no tienen acceso a programas de créditos con los cuales los agricultores en mejor situación pueden adquirir los insumos. A corto plazo, quizás sea más útil poner a disposición de los agricultores más pobres los insumos que aumentan la productividad, en lugar de diseñar tecnologías nuevas que son más rentables que las prácticas tradicionales pero que, no obstante, no alcanzan la rentabilidad de los insumos modernos. Sin embargo, a largo plazo puede valer la pena investigar opciones para modificar la tecnología del frijol de abono y/o incorporar otros abonos verdes en el sistema de cultivo del maíz. Además, el empleo de un abono verde en combinación con fertilizantes inorgánicos, aplicados con sensatez, podría resultar aceptable para los agricultores y aumentar la sostenibilidad de la producción de maíz en un grado que no se puede lograr con el uso del fertilizante químico solo. Las investigaciones futuras también tendrán que evaluar si el frijol de abono como cultivo intercalado es realmente más sostenible que las prácticas actuales, o si los beneficios sociales resultantes de la adopción en gran escala del frijol de abono serán mayores que los costos sociales. Sin un conocimiento más amplio de los problemas de la sostenibilidad que afectan a los sistemas de producción de maíz en la zona del estudio y en sitios similares, será difícil para quienes formulan las políticas tomar decisiones bien fundamentadas acerca de las opciones tecnológicas que son rentables para los agricultores pobres, ventajosas para sus comunidades y benéficas para el medio ambiente.

Referencias

- Anderson, J.R., J.L. Dillon, y B.J. Hardaker. 1977. *Agricultural Decision Analysis*. Ames, Iowa: Iowa State University.
- Birkhaeuser, D., R.E. Evenson, y G. Feder. 1991. The economic impact of agricultural extension: A review. *Economic Development and Cultural Change* 39: 607-650.
- Buckles, D., L. Arteaga, y M. Soule. 1994. Extensión campesino a campesino de los abonos verdes en la Sierra de Santa Marta, Veracruz, Mexico. In *Memoria de taller sobre las políticas para una agricultura sostenible en la Sierra de los Tuxtlas y Santa Marta, Veracruz, marzo 3-4, Veracruz, Veracruz*. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Buckles, D., y O. Erenstein. 1996. *Intensifying Maize-Based Farming Systems in the Sierra de Santa Marta, Veracruz*. NRG Paper 96-07. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Buckles, D., y H. Perales. 1995. *Farmer-based Experimentation with Velvetbean: Innovation within Tradition*. CIMMYT Internal Document. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Buckles, D., I. Ponce, G. Sain, y G. Medina. 1992. *Tierra cobarde se vuelve valiente: Uso y difusión del frijol de abono (Mucuna deeringiana) en las laderas del Litoral Atlántico de Honduras*. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Chevalier, J., y D. Buckles. 1995. *A Land Without Gods: Process Theory and the Mexican Nahua*. London, UK: Zed Books.
- Ervin, C.A., y D.E. Ervin. 1982. Factors affecting the use of soil conservation practices: Hypotheses, evidence, and policy implications. *Land Economics* 58: 277-292.
- Featherstone, A.M., y B.K. Goodwin. 1993. Factors influencing a farmer's decision to invest in long-term conservation improvements. *Land Economics* 69: 67-81.
- Feder, G., R.E. Just, y D. Zilberman. 1985. Adoption of agricultural innovations in developing countries. *Economic Development and Cultural Change* 34: 255-298.
- Feder, G., y T. Onchan. 1987. Land ownership security and farm investment in Thailand. *American Journal of Agricultural Economics* 69: 311-320.
- Francisco, E.M., y J.R. Anderson. 1972. Chance and choice west of the Darling. *Australian Journal of Agricultural Economics* 16: 82-93.
- Greene, W.H. 1993. *Econometric Analysis*. 2nd ed. New York, New York: Macmillan.
- Greene, W.H. 1991. *LIMDEP User's Manual, Version 6.0*. Bellport, New York: Econometric Software.
- Heckman, J.J. 1979. Sample selection bias as a specification error. *Econometrica* 47: 154-161.
- Kennedy, P. 1992. *A Guide to Econometrics*. 3rd ed. Oxford, UK: Blackwell Publishers.
- Lee, L.K., y W.H. Stewart. 1983. Landownership and the adoption of minimum tillage. *American Journal of Agricultural Economics* 65: 256-264.
- Norris, P.E., y S.S. Batie. 1987. Virginia farmers' soil conservation decisions: An application of tobit analysis. *Southern Journal of Agricultural Economics* 19(1): 79-90.
- O'Mara, G.T. 1983. The microeconomics of technique adoption by smallholding Mexican farmers. In R.D. Norton y L. Solis (eds.), *The Book of CHAC: Programming Studies for Mexican Agriculture*. Baltimore, Maryland: Johns Hopkins. Pp. 250-289.
- Paré, L., J.C. Aguero, y J.L. Blanco. 1994. Diagnostico de la producción del maíz en la Sierra de Santa Marta. In *memoria de taller sobre las políticas para una agricultura sostenible en la Sierra de los Tuxtlas y Santa Marta, Veracruz, marzo 3-4, Veracruz, Veracruz*. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Paré, L., J.L. Blanco, D. Buckles, J. Chevalier, R. Gutiérrez, A. Hernández, H. Perales, F. Ramírez, y E. Velázquez. 1992. *La Sierra de Santa Marta: Hacia un desarrollo sostenible*. Technical Report. Xalapa, Veracruz: IIS-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Carleton University, and International Development Research Centre (IDRC).
- Perales, H. 1992. El autoconsumo en el agricultura de los Popolucas de Soteapan, Veracruz. MS thesis, Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mexico.
- Rahm, M., y W. Huffman. 1984. The adoption of reduced tillage: The role of human capital and other variables. *American Journal of Agricultural Economics* 66: 405-413.
- Saliba, B., y D. Bromley. 1984. Empirical analysis of the relationship between soil conservation and farmland characteristics. Paper presented at the annual meeting of the American Agricultural Economics Association, Ithaca, New York.
- Smale, M., P.W. Heisey, y H.D. Leathers. 1995. Maize of the ancestors and modern varieties: The microeconomics of high-yielding variety adoption in Malawi. *Economic Development and Cultural Change* 43: 351-368.
- Soule, M.J. 1994. *Experimentation and Learning about New Agricultural Technologies: An Application in Sustainable Agriculture*. PhD thesis, University of California at Berkeley, Berkeley, California.
- Velázquez, E., D. Buckles, y L. Paré. 1993. La participación campesina en la conservación de los recursos naturales: Tres experiencias en el sur de Veracruz. Proyecto Sierra de Santa Marta. Unpublished paper.
- Zea, J.L. 1992. Efecto residual de intercalar leguminosas sobre el rendimiento de maíz *Zea mays L.* en nueve localidades de Centro America. In *Síntesis de resultados experimentales 1991*. Guatemala City, Guatemala: CIMMYT Regional Maize Program. Pp. 97-103.

Documentos Nuevos del Grupo de Recursos Naturales

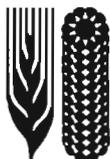
Documentos

- 95-01 Land and Livelihoods: Patterns of Rural Development in Atlantic Honduras
D. Buckles and G. Sain
- 96-01 Meeting South Asia's Future Food Requirements from Rice-Wheat Cropping Systems: Priority Issues Facing Researchers in the Post-Green Revolution Era
P. Hobbs and M. Morris
- 96-02 Soil Fertility Management Research for the Maize Cropping Systems of Smallholders in Southern Africa: A Review
J.D.T. Kumwenda, S.R. Waddington, S.S. Snapp, R.B. Jones, and M.J. Blackie
- 96-03 Genetic Diversity and Maize Seed Management in a Traditional Mexican Community: Implications for *In Situ* Conservation of Maize
D. Louette and M. Smale
- 96-04 Indicators of Wheat Genetic Diversity and Germplasm Use in the People's Republic of China
N. Yang and M. Smale
- 96-05 Low Use of Fertilizers and Low Productivity in Sub-Saharan Africa
W. Mwangi
- 96-06 Intensificación de sistemas de agricultura tropical mediante leguminosas de cobertura: Un marco conceptual
D. Buckles y H. Barreto
- 96-07 Intensifying Maize-based Cropping Systems in the Sierra de Santa Marta, Veracruz
D. Buckles and O. Erenstein
- 96-07Es Intensificación de los sistemas de cultivo basados en el maíz en la Sierra de Santa Marta, Veracruz
D. Buckles y O. Erenstein
- 96-08 *In Situ* Conservation of Crops and Their Relatives: A Review of Current Status and Prospects for Wheat and Maize
Gerard J. Dempsey
- 97-01Es La adopción de la labranza de conservación en un sistema de cultivo en ladera en Motozintla, Chiapas
Olaf Erenstein y Pedro Cadena Iñiguez
- 97-02 Farmer Assessment of Velvetbean as a Green Manure in Veracruz, Mexico: Experimentation and Expected Profits
Meredith J. Soule

Reimpresiones

- 96-01 Evaluating the Potential of Conservation Tillage in Maize-based Farming Systems in the Mexican Tropics
O. Erenstein

ISSN: 1405-2830



International Maize and Wheat Improvement Center
Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
Lisboa 27, Apartado Postal 6-641, 06600 México, D.F., México