

Experimentos con el frijol terciopelo
basados en los agricultores:
La innovación dentro de la tradición



Daniel Buckles y H. Perales
CIMMYT

CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO
INTERNATIONAL MAIZE AND WHEAT IMPROVEMENT CENTER
Esq. 27, Apartado Postal 6-624, Irapuato, México, D.F., México

**Experimentos con el frijol terciopelo
basados en los agricultores:
La innovación dentro de la tradición**

◇◇◇◇◇

**Daniel Buckles y H. Perales
CIMMYT**

**Documento Interno del CIMMYT
CIMMYT, México
Mayo de 1994**

ARCHIV
BUCKLE
no. 114947

..

Acerca de esta publicación: Los Documentos Internos del CIMMYT se incluyen en la base de datos de esos documentos. Las copias de los mismos deben solicitarse al (los) autor(es) o a la Unidad de Información Científica del CIMMYT.

Resumen: En este trabajo se examinan la aplicación de los conocimientos locales y las opiniones de los agricultores a la creación de nuevas estrategias de manejo del frijol terciopelo en los sistemas de cultivo basados en maíz en una región indígena del sur de Veracruz, México. Las innovaciones espontáneas de los agricultores en el uso del frijol terciopelo formaron la base de cuatro ciclos de experimentos que dieron como resultado una estrategia de manejo nueva en la región (un intercalado de frijol terciopelo a media temporada con el potencial de mermar los problemas causados por la declinante fertilidad del suelo, la invasión de malezas y la sequía). La perspectiva que los agricultores tienen de la asociación maíz-frijol terciopelo está ligada al marco conceptual de la agricultura migratoria practicada durante siglos por la población indígena. Aunque la experimentación con frijol terciopelo basada en los campesinos fue un muy fructífero punto de partida para la colaboración con investigadores, los conocimientos logrados a partir de la participación de éstos en la toma de decisiones claves para la investigación se dieron a expensas de la confiabilidad de los datos agronómicos. Una consecuencia metodológica de este resultado es que la experimentación basada en los campesinos no debe verse como un sustituto de los ensayos en finca convencionales, sino más bien como una etapa inicial de las investigaciones sobre tecnologías nuevas.

Cita correcta: Buckles, D. y H. Perales. 1995. Experimentos con el frijol terciopelo basados en los agricultores: La innovación dentro de la tradición. CIMMYT Documento Interno. México, D.F.: CIMMYT.

Experimentos con el frijol terciopelo basados en los agricultores: La innovación dentro de la tradición

Daniel Buckles¹ y Hugo Perales²

Introducción

La reciente toma de conciencia del papel que históricamente han desempeñado los agricultores en el desarrollo y adaptación de sistemas agrícolas tradicionales ha dirigido atención hacia su capacidad de contribuir a la generación de estrategias nuevas que fomenten la agricultura sostenible. Los científicos han tratado de aprovechar la creatividad innata y conocimiento íntimo de su entorno inmediato que tienen los campesinos, mediante el fomento de una mayor participación de éstos en la identificación de problemas (Harrington *et al.*, 1992; Chambers, 1990; Fujisaka, 1989; Lightfoot *et al.*, 1988; Lightfoot, 1987) y la evaluación de tecnologías agrícolas (Graf *et al.*, 1991; Ashby, 1990). Sin embargo, Bentley (1994) señala que son raros los ejemplos de una colaboración eficaz entre agricultores y científicos que resulte en el desarrollo de nuevas opciones tecnológicas. Es usual que se busquen en el campo de la ciencia los conceptos y métodos que podrían solucionar los problemas de los agricultores, y que luego se les transfieran a éstos para que los adapten a las condiciones locales.

En este documento se examina la aplicación de los conocimientos y las perspectivas de los agricultores locales a la creación de nuevas estrategias de manejo del frijol terciopelo para los sistemas basados en el maíz en la Sierra de Santa Marta, una región indígena del sur de Veracruz, México. Se describe la innovación espontánea de los agricultores con el frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*), una vigorosa leguminosa trepadora, y se examinan otras opciones de manejo del frijol terciopelo determinadas mediante los experimentos en campos de agricultores. En este documento, la perspectiva que los agricultores tienen de la asociación maíz-frijol terciopelo está ligada al marco conceptual de la agricultura migratoria que durante siglos ha practicado la población indígena, lo cual resalta la tensión creativa entre la tradición y la innovación, y que caracteriza a los sistemas de conocimientos locales. Las investigaciones indican que los conocimientos locales pueden ser un muy fructífero punto de partida para la colaboración con investigadores y que la participación campesina puede ser una herramienta útil en el desarrollo de nuevas opciones tecnológicas que sean aceptable a los agricultores. Sin embargo, indica también que las complementaridades potenciales entre el conocimiento local por un lado y el conocimiento y métodos de experimentación basados en la ciencia occidental por el otro, no deben ser sobrestimados. Los conocimientos logrados a partir de la participación de los campesinos en la toma de decisiones claves para la investigación se dieron a expensas de la confiabilidad de los datos agronómicos. Una consecuencia metodológica de este resultado es que la experimentación basada en los agricultores no debe verse como un sustituto de los ensayos en finca convencionales, sino más bien como una etapa inicial de las investigaciones sobre tecnologías nuevas.

¹ Antropólogo, Programa de Economía, CIMMYT, México.

² Ecológico, Colegio de Postgraduados, Montecillos, México.

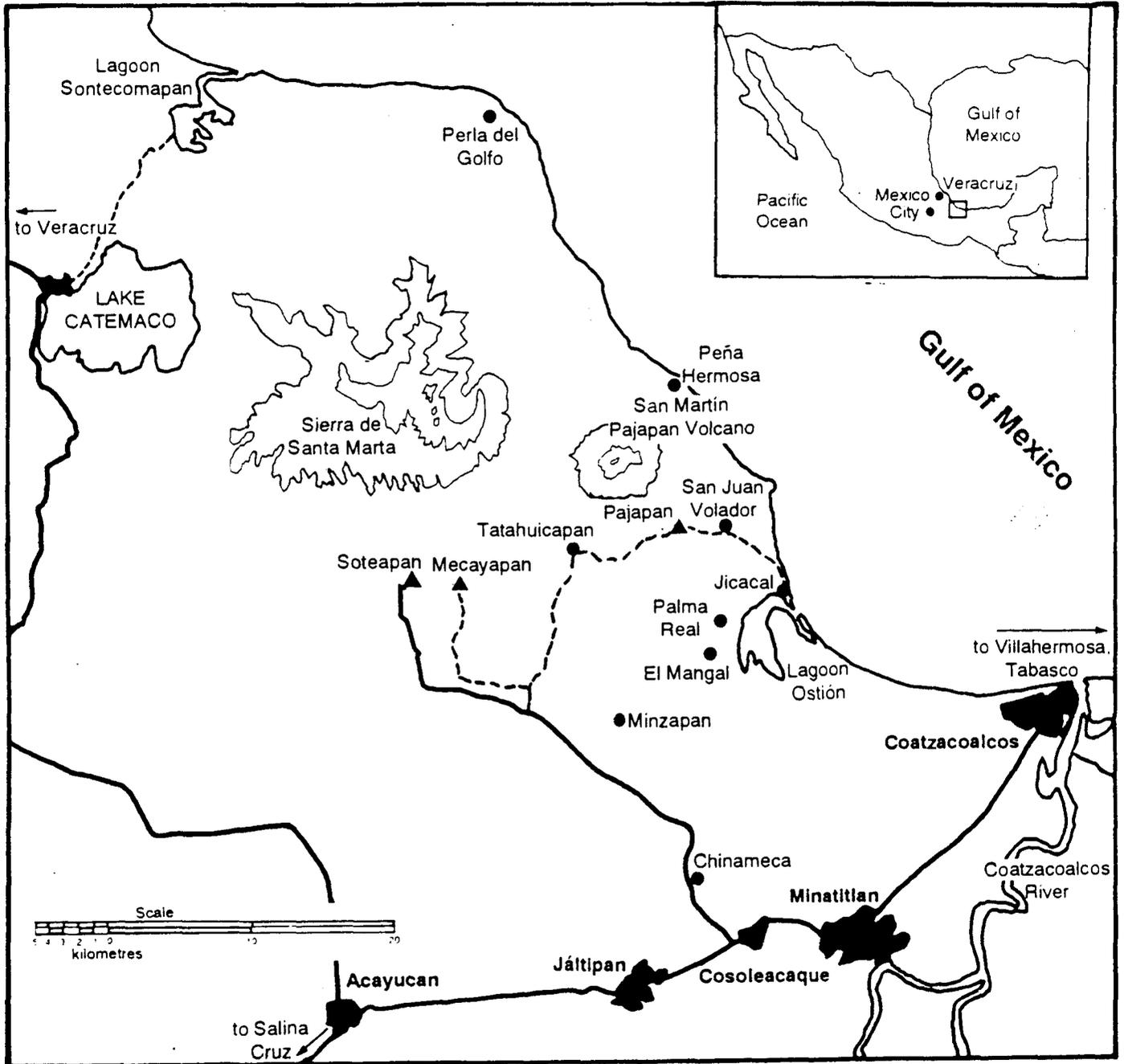
La innovación de los agricultores con el frijol terciopelo

La Sierra de Santa Marta es una cadena de cerros y montañas empinados que se elevan desde el nivel del mar en el Golfo de México hasta más de 1,700 metros en los picos más altos (Figura 1). Los suelos de la Sierra (andosoles y alfisoles) son moderadamente fértiles pero muy sensibles a la erosión. El clima es cálido y húmedo. Las lluvias comienzan en mayo o junio, alcanzan su mayor intensidad en octubre y disminuyen gradualmente en enero y febrero. Una rigurosa y breve estación seca abarca abril y mayo, interrumpiendo la mayoría de las actividades agrícolas. Anualmente caen más de 3,000 mm de precipitación en la vertiente septentrional que mira hacia el mar, mientras que en la falda sudoccidental la precipitación anual promedia unos 1,500 mm. Estas condiciones facilitan dos ciclos de cultivo al año, el ciclo de verano o *temporal* y el ciclo de invierno o *tapachole*.

En la Sierra se puede cultivar una gran variedad de cultivos anuales y permanentes, pero el maíz y los frijoles son los más importantes para la población indígena que habita la región. Los hablantes nahuas y popolucas han habitado la Sierra de Santa Marta desde la época prehispánica, pero sólo desde el decenio de los 40 los bosques tropicales de la región han sido sustituidos por pastizales para el ganado y vegetación secundaria de escasa altura. La tierra de barbecho, llamada *acaual*, es sometida a la roza y la quema antes del ciclo de temporal como preparación para la siembra. Se siembra el maíz de temporal en junio con un espeque, usando las variedades locales; se elimina la maleza a mano o en combinación con herbicidas y se doblan las plantas de maíz después de que llegan a la madurez fisiológica para facilitar el secado en el campo. Es poco frecuente el empleo de fertilizantes, principalmente por las restricciones económicas.

Las precipitaciones periódicas desde noviembre hasta fines de febrero facilitan el cultivo del maíz de invierno en la mayor parte de la Sierra. En general se siembra el maíz de invierno en noviembre, entre los surcos del maíz doblado de temporal. No se queman los residuos de las malezas y los cultivos antes de la siembra sino que se los desmenuza y se los deja en el campo como mantillo para conservar la humedad del suelo. A causa de las condiciones relativamente secas en el invierno, las plantas de maíz no necesitan ser dobladas antes de la cosecha y es preciso desyerbar sólo una vez, ventajas que reducen los costos de mano de obra en comparación con el ciclo de temporal. No obstante, es alto el riesgo de que fracasen los cultivos por la sequía a fines del ciclo y los cultivos de maíz pueden ser derribados por fuertes vientos fríos a comienzos del ciclo.

Si bien estas técnicas básicas han variado poco en los siglos de uso por los agricultores indígenas de la Sierra de Santa Marta (Stuart, 1978), sí se ha modificado el medio ambiente. La expansión de la producción de ganado en la Sierra y el crecimiento demográfico en la segunda mitad de este siglo han aumentado la necesidad de tierras, provocando una rápida deforestación y sistemas más intensivos de cultivo. Aunque se usaban tradicionalmente períodos de barbecho de ocho años para recuperar el potencial agrícola de la tierra cultivada, este ideal se ha reducido a dos o tres años en muchas partes de la Sierra. Los campos desmontados para el cultivo ya no contienen



Map 1: Study Area in Southern Veracruz, Mexico.

las especies arbóreas características del barbecho tradicional y predominan las gramíneas. La roza y la quema de los campos en barbecho invadidos por gramíneas ya no pueden apoyar la producción de cultivos sin desgastar los limitados recursos del suelo y se requieren grandes inversiones para combatir la maleza. La disminución de la fertilidad del suelo y la invasión por malezas son en la actualidad las restricciones más importantes de la productividad del maíz en la región (Chevalier and Buckles, 1995; Paré *et al.*, 1993; Perales, 1992).

Los agricultores de la Sierra de Santa Marta no han permanecido pasivos ante estos problemas. En las entrevistas efectuadas durante 1991, se detectó que varios agricultores de la región cultivaban en sus campos de maíz el frijol terciopelo, llamado en la zona *pica picà mansa* o *nescafé*, para mejorar la fertilidad del suelo y erradicar la maleza. El frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) es una vigorosa leguminosa trepadora anual originaria de la India o China, donde en una época fue cultivada ampliamente como hortaliza (Wilmot-Dear, 1987, 1984; Burkill, 1935). Probablemente fue introducido en el Caribe durante el siglo XIX por trabajadores de la India y, más tarde, adoptado por los productores de naranja de Florida y los agricultores de maíz de Georgia, Alabama y otros estados meridionales de los Estados Unidos, como un cultivo para mejorar el suelo y para alimentar el ganado bovino y porcino (Scott, 1919; Tracy and Coe, 1918). Las empresas bananeras transnacionales pueden haber introducido el frijol terciopelo en América Central a comienzos de este siglo, como cultivo forrajero para las mulas (Buckles, 1995). Posteriormente fue adaptado a los sistemas agrícolas basados en el maíz entre los ketchi de Guatemala (Carter, 1969), los chontales de Tabasco (Granados Alvarez, 1989), los mames del sudoeste de Chiapas y los chinantecos (Arevalo Ramírez y Jiménez Osornio, 1988) y los mixes (Narváez Carvajal y Paredes Hernández, 1994) de la zona del istmo al noroeste de Oaxaca. También llegó a la Sierra de Santa Marta en el sur de Veracruz, donde atrajo la atención de los agricultores nahuas y popolucas.

Se identificaron dos prácticas de manejo bien definidas. Los agricultores de San Pedro Soteapan, el centro cultural de la Sierra popoluca, indicaron que habían encontrado frijol terciopelo que crecía como planta silvestre en su campo y habían observado la capacidad del frijol de asfixiar la maleza y mejorar los rendimientos de maíz. A partir de estas observaciones, decidieron recoger semillas y desparramarlas en una extensión más grande, originando una práctica conocida como "hacer acaual" (hacer barbecho). Los agricultores siembran a voleo la semilla de frijol terciopelo en el campo de maíz que quieren barbechar debido a la disminución de los rendimientos y a la invasión de malezas, ya sea al final del ciclo de maíz de temporal o durante el ciclo de invierno. El cultivo se desarrolla durante varios meses, produce semilla y se re-establece en forma natural tanto en la temporada que sigue como las subsecuentes. Según los agricultores experimentados, el agresivo frijol terciopelo elimina las malezas y restaura la fertilidad. Los rendimientos de maíz en las tierras "mejoradas" con frijol terciopelo durante sólo dos años compiten con los rendimientos obtenidos en las tierras barbechadas durante cinco años con árboles y arbustos nativos.

Mejorar el descanso con el frijol terciopelo parece ser una innovación indígena en respuesta directa a la declinante productividad de la tierra y de la mano de obra,

consecuencia de los períodos más cortos de descanso. Esto permite a los productores incrementar la frecuencia del cultivo sin recurrir a insumos externos y, al mismo tiempo, mantener niveles aceptables de producción. La práctica de "hacer acaual" con frijol terciopelo es reconocida en la localidad como una mejora que el agricultor hace en la parcela y que incluso le ayuda a establecer sus derechos de propiedad sobre la tierra. Hay otras dos plantas (arnica *Tithonia sp.* y jonote *Heliocarpus sp.*) que se usan para "mejorar" la combinación de especies en el descanso y que fueron observadas en San Pedro Soteapan y otros poblados de la región.

Se estimó que dos terceras partes de los ejidatarios de San Pedro Soteapan informaron en 1991 la presencia de frijol terciopelo en sus campos (Perales, 1992). El frijol terciopelo había aparecido en forma espontánea en los campos de la mitad de los agricultores, mientras que el resto de éstos originalmente había sembrado el cultivo. Sin embargo, el manejo del frijol terciopelo para mejorar la fertilidad del suelo y combatir la maleza en San Pedro Soteapan era algo caprichoso. Los agricultores no sembraban el frijol en todos los campos abandonados a la vegetación secundaria ni lo hacían todos los años, sino que se basaban comúnmente en el establecimiento natural de esta planta relativamente agresiva. Como resultado, las poblaciones de frijol terciopelo observadas por los autores en San Pedro Soteapan eran irregulares y estaban dispersas en pequeños focos en las fincas. Muy pocos agricultores tenían campos de frijol terciopelo de más de media hectárea.

La condición fortuita del manejo mejorado del barbecho usando el frijol terciopelo que se observó en San Pedro Soteapan contrastaba marcadamente con una estrategia más sistemática aplicada entre los agricultores nahuas del vecino ejido de Mecayapan. Aquí los agricultores señalaron que el frijol terciopelo se siembra con un espeque al final de la estación seca en los campos de maíz de invierno, y se lo deja desarrollarse como cultivo único durante todo el ciclo de lluvias. El frondoso cultivo de frijol terciopelo, llamada en el lugar *picapical*, se roza en noviembre y se siembra maíz de invierno en el mantillo de hojas y zacates en descomposición, donde el cereal se puede desarrollar casi libre de competencia por parte de la maleza. Conforme a las prácticas tradicionales de cultivo del maíz de invierno, los residuos del frijol terciopelo no se queman ni se incorporan al suelo sino que se dejan sobre la superficie como mantillo. La semilla de frijol terciopelo que ha madurado en el campo germina en el siguiente ciclo de temporal y vuelve a sembrar el *picapical* en forma natural, sin necesidad de mano de obra adicional.

Rotaciones con el frijol terciopelo utilizadas por agricultores de Mecayapan son similares a las usadas por los agricultores en Tabasco (Granados, 1989), Guatemala (Carter, 1971) y Honduras (Buckles et al., 1992), lo cual sugiere que la práctica puede haber sido observada y adaptada de otras zonas. Según los informantes locales, en el decenio de los 40 los agricultores de Mecayapan plantaron por primera vez frijol terciopelo en una zona no colonizada llamada Pozo Blanco, en el actual ejido Reforma Agraria.³ La práctica fue luego adaptada a las pendientes más empinadas cuando las

³ Según los miembros de su familia, Don Faustino Hernández, un agricultor nahua que residió en Mecayapan y, más tarde, en Mirador Saltillo, en el mismo municipio, trajo semilla de frijol terciopelo a Pozo Blanco en el decenio de los 40, desde la tierra natal de su padre en Anancajucan, Tabasco, una región donde también se emplea el frijol terciopelo

reformas agrarias forzaron a los campesinos a limitar sus actividades agrícolas a su aldea natal.

El uso de rotaciones de frijol terciopelo en Mecayapan parece haber sido estimulado por ventajas significativas en la productividad de la tierra y la mano de obra comparado con las prácticas tradicionales, en lugar de procesos de degradación del suelo *per se*. La evaluación agronómica de las rotaciones de frijol terciopelo en otros lugares indican que el rendimiento del maíz de invierno con mayores y los costos de mano de obra menores después del cultivo de frijol terciopelo, observaciones consistentes con las evaluaciones campesinas en Mecayapan. El frijol terciopelo en monocultivo puede generar 10 t/ha de materia seca durante un ciclo de temporal, resultando en tasas de sustitución de N fertilizante de hasta 150 kg. N/ha en el cultivo de maíz que sigue a la rotación (Triomphe, 1995; Barreto, 1994). El trabajo de la roza manual puede reducirse a dos tercios en un *picapical* comparado con un *acaual* tradicional (Saín, Pónce y Borbón, 1993).

Se estima que, en 1991, el 40% de los agricultores de Mecayapan cultivaron frijol terciopelo en una rotación con el maíz de invierno y, en muchos casos, produjeron todo su maíz de invierno en esta forma. Los autores observaron numerosos campos con una extensión de menos de una hectárea a más de cuatro hectáreas en una sección del ejido llamada Cerro Tambor, donde en la actualidad se concentra el empleo del frijol terciopelo. También se documentaron rotaciones de frijol terciopelo con maíz de invierno, si bien en una proporción mucho más pequeña de la población de agricultores, en los ejidos de Mirador Saltillo, Tatahuicapan, Zapoapan y Pilapillo, todos ellos comunidades nahuas.

Las entrevistas realizadas en varias otras comunidades de la Sierra, que incluyeron las aldeas más importantes de los municipios de Soteapan, Mecayapan y Pajapan, indicaron que, si bien muchos agricultores de la región estaban familiarizados con la planta, muy pocos la cultivaban en sus campos. En total, se estimó que 150 agricultores de la Sierra, concentrados en los ejidos de San Pedro Soteapan y Mecayapan, usaban el frijol terciopelo en asociación con el maíz en 1991. A pesar de que la presencia de la planta y el conocimiento de sus usos se remontan a varios decenios, el empleo del cultivo por la mayoría de los agricultores entrevistados se inició a comienzos del decenio de los 80.

El patrón de innovación campesina descrita anteriormente podría explicar en parte la difusión limitada de las rotaciones con frijol terciopelo y del descanso mejorado en la región. La degradación de suelos no era grave en la mayoría de las comunidades de la Sierra antes de la década de 1980, cuando los límites de la explotación agrícola finalmente fueron agotados por la expansión de la industria ganadera y el crecimiento demográfico. Antes de esa época, la mayoría de los agricultores satisfacían sus necesidades de maíz mediante las técnicas tradicionales de la agricultura migratoria; por tanto, no tenían por qué buscar prácticas de descanso más intensivas. De igual

(cf. Granados, 1989). Varios otros de los primeros usuarios del frijol terciopelo en la región afirman haber "inventado" en forma independiente usos de la planta.

manera, las rotaciones con frijol terciopelo no constituyen una buena opción en comunidades donde durante el invierno las lluvias erráticas y los vientos fuertes limitan fuertemente la producción de maíz invernal. Incluso en aquellas comunidades donde actualmente se siembra maíz de invierno, como Soteapan, no todas las tierras son adecuadas y muchos agricultores consideran que el ciclo de invierno presenta demasiados riesgos.

La falta de acceso a información fidedigna sobre el manejo y los beneficios del frijol terciopelo también pudo haber retrasado el proceso de difusión. El frijol terciopelo, conocido entre los agricultores como *picapica mansa*, con frecuencia es confundido con una especie de frijol terciopelo llamada *picapica brava* que produce ronchas intensas cuando entra en contacto con la piel. Los agricultores indican que evitan usar esta planta porque la consideran un peligro en las parcelas.

Los cambiantes patrones de uso de la tierra, en especial la expansión de potreros, también pueden haber obstaculizado la adopción. El pastoreo libre de ganado elimina los cultivos de frijol terciopelo, y el uso de la quema en el manejo de pastos y tierras de cultivo pone en peligro los cultivos de frijol terciopelo y de maíz sembrado en una cubierta seca de frijol terciopelo.

Sin embargo, quizá la barrera más obvia que limitó la difusión del descanso mejorado y las rotaciones con frijol terciopelo fuera el costo de oportunidad de la tierra dedicada a un cultivo que mejora la fertilidad del suelo. Si bien es cierto que el frijol terciopelo puede utilizarse para reducir los periodos de descanso o producir maíz de invierno, los patrones de cultivo cada vez más intensivos hacen que resulte muy costoso para los agricultores dejar la tierra en descanso con frijol terciopelo durante el ciclo de temporal, la temporada más importante y más común de todas. Como ya se señaló, los cambios rápidos en el uso de la tierra y en el crecimiento demográfico han forzado a muchos agricultores a intensificar sus patrones de uso de la tierra, a pesar de la declinante productividad. En el presente, muchos agricultores de la región indican que no pueden darse el lujo de dejar descansar sus parcelas durante el ciclo de temporal y optan por dejarla descansar durante el invierno o incrementar su dependencia de insumos externos. Este problema se convirtió en el foco de atención de los experimentos en finca con el frijol terciopelo.

Experimentación en campos de agricultores con el frijol terciopelo

El descubrimiento de una respuesta indígena a los problemas de disminución de la fertilidad del suelo y de invasión por la maleza dio a los autores la oportunidad de basarse en una innovación local. Nuevamente, la experiencia de un agricultor local indicó cómo se podría lograr esto. Un agricultor de Tatahuicapan en la Sierra de Santa Marta, señaló que dejaba crecer plantas cimarronas de frijol terciopelo como cultivo intercalado en su maíz de temporal, y que las podaba cuando amenazaban rodear las plantas de maíz en desarrollo. Una vez que florecía el maíz de temporal, dejaba el cultivo de frijol terciopelo en el campo para barbechar la tierra durante un ciclo, o lo cortaba en preparación para el maíz de invierno. La práctica se repetía durante el siguiente ciclo de temporal.

La consulta con científicos agrícolas y la literatura pertinente también indicó que se podía manejar el frijol terciopelo como cultivo intercalado o de relevo en el maíz de temporal. En ensayos en fincas manejados por investigadores efectuados en varios sitios de América Central, se sembró en forma intercalada el frijol terciopelo al mismo tiempo que el maíz de temporal, con vistas a establecer una temprana cubierta del suelo para combatir la erosión y aumentar al máximo la producción de biomasa del frijol terciopelo y sus efectos de control de la maleza (Zea *et al.*, 1991). En los ensayos se concluyó que, si bien se lograba una buena cobertura del suelo, la competencia del frijol terciopelo con el maíz de temporal era considerable.

Bunch (1990) informó sobre una experiencia independiente con cultivos intercalados de frijol terciopelo en una región tropical del centro de Honduras, donde sólo se cultiva maíz de temporal. Después de varios años de experimentos con el frijol terciopelo intercalado en el maíz de temporal manejados por los agricultores, la mayoría de los agricultores participantes sembraban frijol terciopelo simultáneamente con el cereal, cerca de la base de las plantas de maíz, y podaban el cultivo intercalado varias veces para dejarlo a la altura de la rodilla (Bunch, 1990: 5). Algunos agricultores incorporaban a mano los residuos de frijol terciopelo en el suelo, mientras que otros dejaban los residuos como mantillo sobre la superficie. Los efectos positivos de la práctica comunicados por Bunch incluyeron una menor necesidad de mano de obra para la desyerba y el aumento de los rendimientos de maíz en los ciclos posteriores.

Estas experiencias sugieren que el frijol terciopelo podría insertarse en el maíz de temporal, una práctica que quizá brinde a los productores que tienen poca tierra la oportunidad de mejorar sus parcelas sin perder el ciclo de temporal. Sin embargo, no quedó claro cómo se debería manejar el cultivo ni qué beneficios se podían esperar en el plazo corto o en el largo. En consecuencia, se establecieron ensayos en campo para generar asociaciones de frijol terciopelo-maíz de temporal que fueran aceptables a los agricultores y evaluar el posible efecto de esta tecnología. El enfoque que usaron los autores fue el de estimular más experimentación campesina con el frijol terciopelo proporcionándoles semilla, nuevas opciones de manejo y una estructura experimental que deberán evaluar junto con los investigadores.

Métodos y materiales

Durante la primavera de 1991, se organizaron asambleas generales por conducto de las autoridades agrarias locales en tres aldeas. Los agricultores de dos de esas aldeas, Soteapan y Mecayapan, tenían experiencia anterior con el cultivo, mientras que en la tercera aldea, Pajapan, era virtualmente desconocido el empleo del frijol terciopelo. Los investigadores esperaban que la inclusión de agricultores de aldeas con y sin experiencia facilitaría la participación de los agricultores en el diseño del ensayo y proporcionaría perspectivas variadas sobre el potencial del cultivo (Perales y Buckles, 1991).

Durante las reuniones, a las que asistieron entre 15 y 40 agricultores en cada aldea, se describieron las prácticas de manejo del frijol terciopelo observadas en la región y las posibles estrategias de cultivo intercalado. Se invitó a los agricultores a escoger una

estrategia de la "canasta" de opciones presentadas durante las reuniones, para efectuar pruebas en sus fincas a la par del maíz cultivado sin frijol terciopelo. Las opciones incluían las rotaciones de frijol terciopelo con maíz de invierno, un cultivo de relevo con frijol terciopelo sembrado unos 50 días después del maíz y una estrategia de cultivo intercalado que requería sembrar el frijol terciopelo entre los surcos de maíz simultáneamente con éste. También se discutió el ciclo doble con maíz, en contraste con el barbecho durante el invierno. Cada una de estas prácticas representaba un grado distinto de intensificación de los cultivos y el manejo, desde las rotaciones (la práctica menos intensiva) a los cultivos intercalados simultáneos con el cultivo doble del maíz (la más intensiva).

Para facilitar la implementación y evaluación por parte de los agricultores, se propuso utilizar parcelas grandes con un solo tratamiento repetido en cada localidad. Se propuso una unidad local de tierra (la *tarea* de 625 m²) para cada parcela. Se estimuló a los agricultores que deseaban probar más de una estrategia a que lo hicieran, cada una de ellas con un correspondiente campo "testigo" sin frijol terciopelo. También se examinaron las condiciones requeridas para las comparaciones entre las parcelas (ej. similitud de la pendiente y las condiciones del suelo).

Durante el primer ciclo (temporal de 1991), 32 agricultores establecieron ensayos con frijol terciopelo en sus parcelas. Todos excepto ocho de ellos no tenían experiencia anterior con el frijol terciopelo, si bien habían visto la planta en estado silvestre o en los campos de otros agricultores. La mayoría de los agricultores escogió el cultivo intercalado o de relevo del frijol terciopelo en el maíz de temporal, una clara indicación del gran interés en las estrategias de manejo más intensivo del frijol terciopelo. Sólo nueve agricultores eligieron la estrategia de rotación con el maíz de invierno, en general porque querían ver si el frijol terciopelo podía recuperar los campos particularmente degradados. En la realización de los ensayos, los investigadores limitaron su intervención a ayudar en la medición de las parcelas y recordar oportunamente a los agricultores las estrategias de manejo del frijol que habían escogido.

Si bien inicialmente se contempló efectuar sólo dos ciclos de ensayos, éstos se extendieron a cuatro ciclos en respuesta a los intereses de los agricultores y los investigadores. No obstante, el número de agricultores participantes disminuyó en forma continua. Después del primer ciclo, varios agricultores se vieron envueltos en una disputa por la tenencia de la tierra en toda la comunidad, que los obligó a cambiar de lugar sus milpas. Algunos de estos agricultores comenzaron nuevamente los ensayos en sus nuevos campos, pero otros no lo hicieron. En muchos agricultores se diluyó el interés por mantener parcelas testigo sin frijol terciopelo, con lo cual se redujo el número de campos adecuados para evaluaciones formales del rendimiento. Además, el frijol terciopelo se desarrolló en forma muy deficiente en algunos campos y esto llevó a los agricultores a abandonar el ensayo. Uno de los agricultores murió a causa de una enfermedad repentina y varios otros abandonaron temporalmente la agricultura para dedicarse a otros trabajos. En general, la asistencia a las reuniones de grupo fue variable y a veces mala. No obstante, un grupo de 22 agricultores interactuó en forma regular con los investigadores durante cuatro ciclos en un período de dos años (1991-

1993). Fueron muchos menos los campos disponibles para la evaluación agronómica formal.

Aunque se autoseleccionaron, los agricultores que participaron en los ensayos no eran atípicos de la población general. Todos tenían derecho a tierras ejidales en parcelas de 4 a 12 ha, y la mayoría dependía principalmente de la producción de la milpa para vivir. Tres agricultores poseían hasta siete reses, en tanto que varios otros con frecuencia se contrataban para trabajar fuera de la finca como jornaleros o pequeños comerciantes. Había personas de una diversidad de edades entre los participantes en los ensayos. Ninguna agricultora se incluyó en el grupo experimental, aunque a veces la esposa de alguno de los productores asistía a las juntas en lugar de su marido.

Los investigadores visitaron los campos de los agricultores varias veces durante cada ciclo, para discutir el ensayo y reunir datos cualitativos sobre las operaciones en el campo y el desarrollo de los cultivos. Se contrató a dos de los agricultores participantes para que trabajaran a tiempo parcial ayudando a localizar los campos de los agricultores, algunos de los cuales estaban a más de cuatro horas de camino a pie desde la carretera más cercana, notificando a los agricultores sobre las reuniones y asistiendo en la recolección de datos.⁴ Al final de cada ciclo, se midió el rendimiento en determinados campos y se realizaron entrevistas semiestructuradas a los agricultores en sus campos y hogares, tanto en forma individual como en reuniones de grupo. Se organizaron varias visitas en grupo a los campos y se tomaron notas durante numerosas conversaciones fortuitas en relación con las opiniones, preferencias e ideas de los agricultores respecto al uso del frijol terciopelo. Con frecuencia se recordó a los agricultores que los investigadores no estaban seguros del potencial de la tecnología y, por esa razón, daban gran valor a las observaciones de los agricultores.

La información recopilada con estos métodos fue compartida con los agricultores y usada para tomar decisiones acerca del diseño y la realización de los ensayos. Si bien los agricultores tenían la última palabra, los investigadores no vacilaron en expresar sus opiniones, solicitar cooperación en el establecimiento de un ensayo relativamente uniforme en las parcelas y proponer ideas nuevas para la experimentación.

El momento de intercalar el frijol terciopelo

El rechazo del cultivo intercalado temprano de frijol terciopelo fue la primera actitud colectiva observada durante el ensayo. Muchos agricultores inicialmente se habían resistido a la idea de sembrar frijol terciopelo intercalado en el mismo momento que el maíz de temporal, por temor a que el cultivo intercalado estrangulara el maíz. Sin embargo, los investigadores argumentaron que el cultivo de frijol terciopelo podía ser podado para evitar la competencia y que se esperaba que la acumulación de biomasa en el frijol terciopelo durante el ciclo de temporal tuviera un notable efecto positivo en los cultivos de maíz posteriores. Con el fin de facilitar la discusión de esta opción, se organizó una excursión al campo del agricultor de Tatahuicapan que ya cultivaba frijol terciopelo en estrecha asociación con el maíz de temporal. Este agricultor podaba el

⁴ Los autores desean agradecer las valiosas contribuciones de Reynaldo Pantaleón y Gustavo Antonio Antonio al desarrollo y realización de estos experimentos.

cultivo intercalado de frijol terciopelo para evitar la competencia. en forma muy similar a la usada por los agricultores del centro de Honduras. Si bien no todos los agricultores participantes quedaron convencidos después de esta visita, nueve de ellos seleccionaron el tratamiento para el ensayo y seis de estos últimos agricultores finalmente sembraron el frijol terciopelo intercalado dentro de los siete días posteriores a la siembra del maíz.

Las observaciones efectuadas por los investigadores en los campos de los agricultores revelaron que, para fines del ciclo de temporal, el desarrollo del frijol terciopelo sembrado simultáneamente con el maíz era considerable y muy superior al de los campos donde se sembró el frijol intercalado 50 días o más después del maíz. Sin embargo, los datos del rendimiento correspondiente a cuatro campos que se reunieron durante el primer ciclo indicaron que el frijol terciopelo sembrado simultáneamente con el maíz tenía un efecto negativo (aunque no estadísticamente significativo) sobre el rendimiento: una disminución de 300 kg/ha, posiblemente causada por la competencia (Cuadro 1). Este resultado concuerda con los ensayos manejados por investigadores realizados en América Central, incluso cuando se efectuó la poda del frijol terciopelo intercalado (Zea, 1992).

Sólo un agricultor podó el frijol intercalado sembrado simultáneamente con el maíz. Señaló que se requerían dos podas para mantener la leguminosa bajo control, una inversión que no hubiera estado dispuesto a hacer en la totalidad de su milpa. Sobre la base de su experiencia, se estima que se requerirían 5 días/ha para controlar la leguminosa, lo que representa un incremento del 6% del tiempo total normalmente invertido en la producción de la milpa. El y otros agricultores también señalaron que el control del frijol terciopelo intercalado exigiría una atención constante al desarrollo de la leguminosa en el campo si se quería evitar la competencia con el maíz. La vigilancia necesaria para controlar el frijol terciopelo fue una consideración por lo menos tan importante como la cantidad total de tiempo que requeriría la poda. Para nuestra sorpresa, el agricultor de Tatahuicapan que había estado cultivando frijol terciopelo en estrecha asociación con el maíz de temporal en los años anteriores, también había abandonado la práctica y atribuía esta decisión a los altos costos de mano de obra representados por el control de la leguminosa.

Cuadro 1. Efectos en el rendimiento, del frijol terciopelo sembrado junto con el maíz de temporal, Sierra de Santa Marta, Veracruz.

Parcela	Con frijol terciopelo (kg/ha)	Sin frijol terciopelo (kg/ha)	Diferencia (kg/ha)
1	1340	2210	-870
2	580	710	-130
3	340	1030	-690
4	1600	1160	+440
Promedio	965	1277	-313

Nota: Los efectos en los tratamientos de cuatro sub-parcelas cosechadas fueron congruentes dentro de cada localidad.

Si bien los agricultores claramente rechazaban el cultivo intercalado temprano y la poda del frijol terciopelo, los seducía el gran desarrollo del frijol terciopelo que se podía lograr durante el ciclo con un cultivo intercalado temprano. Esta experiencia llevó a los agricultores a considerar una siembra intercalada a mediados del ciclo, que podía aumentar al máximo la producción de biomasa y, al mismo tiempo, evitar la competencia directa con el maíz. No obstante, no se llegó a un acuerdo sobre una fecha uniforme de siembra. Los agricultores observaron que, en las tierras relativamente fértiles, el frijol terciopelo se desarrollaba con mucha rapidez y fácilmente podía rodear el cultivo de maíz aun cuando se sembrara la leguminosa 30 días o más después del maíz. En las tierras menos fértiles, el cultivo intercalado de frijol terciopelo se desarrollaba con más lentitud y, en consecuencia, se podía efectuar la siembra intercalada de la leguminosa 30 días después del maíz sin riesgo de competencia. También se consideraron los patrones de cultivo en las decisiones de los agricultores acerca del momento de la siembra intercalada de la leguminosa. Cuando sólo se planeaba producir maíz de temporal, los agricultores tendían a sembrar el frijol terciopelo intercalado un poco más tarde (50 días después del maíz), mientras que los agricultores que pensaban usar el mismo campo para el maíz de invierno tendían a efectuar la siembra intercalada de la leguminosa en una fecha más temprana (30-40 días después del maíz). Por tanto, las fechas de siembra que reducen al mínimo la mano de obra y los riesgos al maíz y al mismo tiempo optimizan la producción de biomasa de frijol terciopelo pueden ser de 30 a 60 días después del maíz, dependiendo de varios factores de campo y del sistema agrícola (Cuadro 2). Los costos relacionados con el establecimiento de la asociación con leguminosa dentro de este rango se estiman en aproximadamente 2 días-persona por hectárea.

Cuadro 2. Factores que influyen en la fecha en que se intercala el frijol terciopelo con el maíz de temporal.

Factor	Establecimiento temprano	Establecimiento tardío
Competencia con el maíz		X
Parcela fértil		X
Siembra densa de maíz	X	
Planea doblar maíz antes de lo usual		X
Planea sembrar maíz de invierno	X	

Las modificaciones que hacen los campesinos en la fecha en que siembran las asociaciones de frijol terciopelo con maíz y las explicaciones que dan de sus decisiones, sugieren que las consideraciones laborales inmediatas pueden ser más importantes que los posibles beneficios del abono verde. Si bien la investigación con el frijol terciopelo indica que un intercalado temprano puede producir beneficios considerables a largo plazo (Zea, 1992), desde el punto de vista del agricultor la mano de obra requerida para controlar su crecimiento resulta sencillamente prohibitiva. Una consecuencia que tiene

esta perspectiva para la investigación es que los análisis de costos y beneficios que dan igual peso a los distintos insumos y productos de una tecnología nueva pueden subestimar la importancia que los campesinos otorgan a los problemas laborales. Lo que ellos deciden sacrificar al considerar los costos de mano de obra a corto plazo y los beneficios a largo plazo puede no ser óptimo desde un punto de vista estrictamente contable, incluso cuando se utilizan tasas de descuento apropiadas.

Los patrones de cultivo y los efectos residuales

Para fines del período del ensayo, los agricultores habían establecido dos asociaciones diferentes del frijol terciopelo con el maíz de temporal. De 22 agricultores, nueve sembraron frijol terciopelo intercalado en el maíz de temporal lo más tempranamente posible sin que hubiera riesgo de competencia con el maíz, y cortaron la leguminosa en preparación para el maíz de invierno. Esta estrategia de cultivo intercalado permitió dos cosechas anuales de maíz, la más intensiva de las prácticas de manejo con frijol terciopelo. Los restantes agricultores (13) sembraron frijol terciopelo como cultivo de relevo del maíz de temporal un poco más tarde en el ciclo (50 días o más después del maíz), y dejaron la tierra en barbecho con el frijol terciopelo durante el ciclo de invierno. Virtualmente todos los agricultores que participaron en los ensayos continuaron sembrando frijol terciopelo en sus campos de maíz, independientemente de los investigadores, y más de la mitad aumentaron la superficie sembrada con la leguminosa de un año al siguiente, prueba irrefutable de su interés por la práctica.

Un aspecto crítico de la viabilidad de estas prácticas es el grado en que contribuyen a resolver problemas importantes del maíz como los malos rendimientos y la invasión por la maleza. Sin embargo, la evaluación por los investigadores de los rendimientos del maíz y los efectos de control de las malezas resultantes de las asociaciones con el frijol terciopelo fue obstaculizada por el diseño del experimento y la deserción del experimento de parte de los agricultores. Con el fin de simplificar el manejo de los ensayos por los agricultores y facilitar la participación de éstos en el diseño y la evaluación de los ensayos, se establecieron grandes parcelas experimentales con sólo una repetición del tratamiento por sitio. Muchos agricultores optaron por dejar en barbecho la parcela con frijol terciopelo durante el ciclo de invierno, lo cual limitó el número de observaciones posibles para este ciclo. Los conflictos por la tenencia de la tierra forzaron a algunos agricultores a reubicar sus campos de maíz, con lo cual se eliminó el sitio del ensayo. Algunos ensayos fueron cosechados en forma prematura por los agricultores o dañados gravemente por incendios accidentales y el ataque de los pájaros. En varios casos, el análisis de los resultados de rendimiento fue confuso porque los agricultores se rehusaban a mantener la parcela testigo sin frijol terciopelo y preferían en cambio extender la superficie cultivada con la leguminosa. Además, las modificaciones del diseño del ensayo efectuadas por los agricultores, en especial la quema de los residuos del cultivo antes de sembrar el maíz de temporal, redujeron el número de ensayos con datos completos y comparables. La cantidad de observaciones efectuadas por los investigadores fueron demasiado pocas para tener solidez estadística.

Aunque los datos que resultaron de la evaluación formal de los efectos en los rendimientos de maíz y en el control de malezas no son adecuados debido al reducido tamaño de la muestra y de la gran variación entre agricultores, pueden utilizarse para ilustrar las tendencias generales en el comportamiento agronómico. En primer lugar, al parecer el crecimiento del frijol terciopelo en la Sierra de Santa Marta está sujeto a una variabilidad considerable, especialmente en el primer año de su establecimiento. Durante el primer ciclo de temporal, el frijol terciopelo se desarrolló vigorosamente y produjo una cubierta abundante sólo en una cuantas parcelas. Lo más común fue que creciera bien, pero no cubriera por completo la parcela al final del ciclo y produjera una cubierta muy pobre. En unas cuantas parcelas, el frijol terciopelo no se dio bien, pues las plantas crecieron poco y la cubierta que produjeron fue muy deficiente. Sin embargo, durante el segundo ciclo de temporal, el frijol terciopelo creció en forma vigorosa en la mayoría de las parcelas donde el año anterior se había dado regular o pobremente. Un examen cualitativo de las condiciones del suelo y un análisis de laboratorio de muestras de suelo en ciertas parcelas indicaron que la variabilidad y el nivel generalmente bajo de fertilidad de los suelos en la región, pueden haber causado la variación observada en el desarrollo del frijol terciopelo. Si bien no son definitivas, estas observaciones sugieren que pueden requerirse dos años de intercalado para que el frijol terciopelo se desarrolle en forma vigorosa.

En segundo lugar, los datos de rendimiento indican que el grado de respuesta del maíz a las asociaciones con el frijol terciopelo está determinado por el momento de los cultivos posteriores. Los aumentos de rendimiento durante el ciclo de invierno de 1993 podrían atribuirse a las asociaciones del frijol terciopelo con el maíz de temporal (Cuadro 3). Aunque el tamaño de la muestra es pequeña, los efectos del frijol terciopelo fueron fuertes y constantes en todos los casos; la parcela con frijol terciopelo tenía el doble de rendimiento que la testigo, si bien los rendimientos absolutos fueron bajos a causa de una sequía. Las plantas de maíz establecidas en el mantillo de frijol terciopelo durante el ciclo de invierno eran más altas, con tallos más fuertes y hojas de color verde más oscuro que las del maíz en la parcela testigo sin mantillo de frijol terciopelo. Además, el número de plantas por postura que sobrevivieron a la sequía del ciclo en la parcela con frijol terciopelo duplicó la cantidad de esas plantas en la parcela testigo (2.06 vs 0.97; P "t" 0.05), lo que indica que el mantillo de frijol terciopelo contribuyó a conservar una humedad del suelo suficiente para que se desarrollaran algunas plantas.

Cuadro 3: Rendimientos de maíz (kg/ha) en tres sitios experimentales durante el ciclo de invierno de 1993, Sierra de Santa Marta, Veracruz, México.

Sito	Rendimiento de maíz con mantillo de frijol terciopelo	Rendimiento de maíz sin mantillo de frijol terciopelo
1	602.5	223.2
2	589.1	292.9
3	305.6	25.2

En contraste con los efectos positivos observados durante el ciclo de invierno, no se encontraron diferencias significativas entre el control y los tratamientos de frijol terciopelo durante el ciclo de temporal (Cuadro 4). La alta variabilidad entre agricultores podría explicar en parte la no significancia de estos resultados; las diferencias entre el control y los tratamientos de frijol terciopelo se situaron entre -420 y +760 kg/ha durante el primer ciclo de temporal y siguieron siendo grandes durante el segundo. Sin embargo, pese a la alta variabilidad, se encontró una respuesta estadísticamente significativa a la aplicación de fertilizante; los rendimientos de maíz fueron más de 700 kg/ha superiores en las parcelas fertilizadas, comparadas con los otros tratamientos (probabilidad $F < 0.0001$). Esta respuesta indica que aunque la variación entre agricultores fue alta durante todo el experimento, se observó un efecto claro del tratamiento bajo las condiciones experimentales. Por tanto, si bien fue grande la variabilidad entre sitios, la ausencia de un efecto significativo se debió más probablemente al modesto desarrollo del frijol terciopelo en muchas parcelas y a las tasas muy altas de mineralización de los residuos de la leguminosa durante el ciclo de invierno. Aun en los campos con un buen desarrollo del frijol terciopelo en el año anterior, quedó muy poca cubierta de la leguminosa sobre el suelo a comienzos del siguiente ciclo de temporal. Este resultado indica que los beneficios de las asociaciones del frijol terciopelo con el maíz de temporal tal vez no persistan en el siguiente ciclo de temporal o que quizá sean demasiado débiles para ser medidos en condiciones de experimentación basada en los agricultores.

Cuadro 4. Rendimientos medios (kg/ha) durante cuatro ciclos de experimentación basada en los agricultores con el frijol terciopelo (FT) en la Sierra de Santa Marta, Veracruz, México.

Ciclo	n	Media con FT (SE)	Media del control (SE)	P ^{"t"}
1 (temporal)	13	1623 (215)	1653 (210)	>0.50
2 (invierno)	3	650 (117)	568 (44)	>0.50
3 (temporal)	8	1245 (168)	1345 (233)	0.30
4 (invierno)	3	499 (96)	180 (80)	0.01

P^{"t"} es el nivel de significancia para una prueba "t" de dos colas.

Se observó un patrón similar en los efectos del frijol terciopelo en las poblaciones de maleza. Las mediciones de las malezas se hicieron 20 a 25 días después de la siembra de maíz en 10 cuadros de un metro escogidos al azar y delimitados por cuatro posturas. En parcelas que presentaron un crecimiento vigoroso de frijol terciopelo durante el ciclo de temporal, la supresión de malezas fue evidente durante el siguiente ciclo de invierno; el maíz con frijol terciopelo presentó menos malezas (20% o menos) que la parcela testigo sin frijol terciopelo (60% cubierta por malezas). Este efecto considerable quizá se haya debido a la supresión de malezas como consecuencia de la competencia entre éstas y el frijol terciopelo durante la temporada de crecimiento y la cubierta de frijol terciopelo que quedó en la parcela. Sin embargo, no se observó ningún efecto de control de malezas por el frijol terciopelo durante el siguiente ciclo de temporal. El desarrollo limitado del frijol terciopelo durante el primer ciclo y los escasos residuos

que quedaron en la parcela al principio del ciclo de temporal siguiente pueden haber sido la razón por la que no se observaron efectos de control de malezas en el maíz de temporal.

Estas observaciones despertaron preocupación acerca de los posibles efectos del cultivo intercalado de frijol terciopelo en el maíz de temporal. Si bien no son concluyentes, los datos agronómicos y la evaluación por los investigadores sugieren que los beneficios del cultivo de frijol terciopelo intercalado en el maíz de temporal se limitan a los sistemas de cultivo que incluyen el maíz de invierno, por lo menos durante un año o dos después del establecimiento. El maíz de temporal no pareció beneficiarse de inmediato con el cultivo de frijol terciopelo en el ciclo de temporal anterior. Esto pareció aplicarse tanto a los campos donde se dejó que la leguminosa se desarrollara como barbecho de invierno como a los campos donde se sembró maíz de invierno. A pesar de que mediante ensayos agronómicos tradicionales con repeticiones adecuadas y control de los errores experimentales se podrían haber detectado diferencias mensurables en el maíz de temporal atribuibles a las asociaciones con el frijol terciopelo, esos efectos probablemente habrían sido limitados y, sin duda, habrían continuado mostrando una gran variabilidad.

La Evaluación Campesina

La evaluación de las asociaciones del frijol terciopelo con el maíz de temporal realizada por los agricultores, si bien en general concordó con las observaciones de los investigadores, fue mucho más favorable. Los agricultores confirmaron que una estrategia de cultivo intercalado seguida del maíz de invierno daba como resultado un inmediato y notable aumento del rendimiento durante el ciclo de invierno. Los agricultores atribuyeron esos efectos a una mayor fertilidad del suelo y a la mejor conservación de la humedad durante el ciclo de invierno, perspectiva que coincide con las observaciones de los investigadores. Sin embargo, los agricultores también afirmaron que el cultivo de relevo de frijol terciopelo sin el maíz de invierno mejoraba las condiciones del campo para subsiguientes cultivos de maíz de temporal, efectos no detectados en los datos sobre el rendimiento y malezas reunidos por los investigadores.

Las diferencias entre los criterios de evaluación basados en la ciencia occidental y los de los campesinos pueden explicar en parte las discrepancias entre las observaciones de los investigadores y las de los agricultores. La evaluación de los ensayos hecha por los agricultores fue más amplia e integral que la evaluación parcial y fragmentada que realizaron los investigadores, y constituyó una perspectiva de la tecnología en general apreciada ahora por los investigadores (Bentley, 1994; Byerlee, 1993; Ashby, 1990; Norman *et al.*, 1989). Mientras que los investigadores se concentraron en los efectos a corto plazo sobre el rendimiento y el control de la maleza, los agricultores se interesaron igualmente por los efectos múltiples e intensificadores de las asociaciones con el frijol terciopelo en las condiciones generales de los campos. Mientras que los investigadores observaron los efectos de una tecnología, los agricultores percibieron un proceso de rehabilitación de la tierra. Durante las entrevistas en campos de agricultores al final de cada ciclo, éstos reportaron una gran variedad de efectos positivos de la asociación frijol terciopelo-maíz, entre ellos, mejor fertilidad del suelo, reducción de la

población de malezas, mejor estructura del suelo ("suelos más suaves"), menos erosión, mejor conservación de humedad durante el ciclo de invierno y menos daños al maíz por plagas del suelo. Cuando los agricultores los catalogaron por orden de importancia, estos factores señalaron la importancia que tienen los efectos benéficos en la fertilidad del suelo y el ahorro de mano de obra en las prioridades de los campesinos (Cuadro 5). Esto refleja los numerosos objetivos de los agricultores y su percepción de que la tecnología puede responder a varios factores limitantes de la producción al mismo tiempo.

Cuadro 5. Beneficios de las asociaciones de frijol terciopelo con maíz de temporal identificados por los agricultores (# de agricultores).

Beneficio	Primera selección	Segunda selección
Mayor fertilidad del suelo (<i>abono</i>)	12	5
Control de la maleza (<i>aplata malezas</i>)	4	12
Conservación de la humedad (<i>conserva humedad</i>)	2	2
Control de la erosión (<i>no se lava la tierra</i>)	1	0
No respondió	3	3
Total	22	22

Nota: Los agricultores establecieron un orden de importancia de los beneficios usando dibujos en tarjetas que describían los efectos.

Durante los ensayos, los agricultores manejaron el frijol terciopelo en distintas formas con el fin de enfatizar diferentes problemas, a veces incluso dentro de la misma parcela. Los campesinos que deseaban en primer lugar erradicar malezas persistentes de sus parcelas, generalmente optaron por realizar rotaciones de frijol terciopelo en el temporal, en tanto que aquellos que se preocupaban principalmente por la declinante productividad del suelo intercalaron frijol terciopelo con el maíz de temporal (Cuadro 6). Seis agricultores utilizaron diversas estrategias de manejo en sus campos, sembrando rotaciones de temporal o un descanso mejorado en las zonas invadidas por malezas e intercalando frijol terciopelo en las parcelas de maíz. Varios campesinos manejaron partes de sus parcelas con frijol terciopelo sembrado más o menos 50 días después del maíz de temporal a fin de mejorar la condición del suelo y controlar las malezas durante el ciclo de invierno, en tanto que en otras partes de sus parcelas hicieron un intercalado de frijol terciopelo a media temporada, seguido inmediatamente por maíz de invierno.

La adaptación campesina de las estrategias de manejo de frijol terciopelo a las condiciones de sus parcelas y factores limitantes particulares, indica que uno de los aspectos positivos de la tecnología es su flexibilidad en diversos ambientes de producción; el frijol terciopelo puede "aplicarse" en distintas formas según se requiera, de manera semejante a como se utilizan tecnologías "componentes" como el fertilizante y los herbicidas. Una implicación para la investigación es que la adopción de las

asociaciones con leguminosas se fomenta mejor mediante el desarrollo de una amplia gama de opciones tecnológicas flexibles que con el perfeccionamiento de una sola práctica "ideal".

Cuadro 6. Principal razón de haber elegido una opción de manejo con frijol terciopelo, primer ciclo (# de agricultores).

Razón principal	Opción elegida	
	Rotación en temporal	Intercalado en temporal
Erradicar malezas	6	3
Mejorar la fertilidad	1	14
No dio ninguna razón	1	3
Total	8	20

Nota: Seis agricultores eligieron más de una opción.

Durante las evaluaciones, los agricultores también expresaron su preocupación por posibles problemas resultantes del empleo del frijol terciopelo en sus campos. Muchos indicaron que las ratas podrían convertirse en un problema ya que son atraídas a las áreas donde existe una cubierta protectora del suelo. Otros señalaron que las ratas trepaban por los bejucos del frijol terciopelo para alimentarse de las plantas de maíz en maduración. Algunos agricultores observaron un aumento en la cantidad de tiempo necesario para cosechar el maíz de temporal a causa del abundante desarrollo de los bejucos del frijol, que cubrían el maíz doblado. Esto fue particularmente problemático en los sistemas de cultivo que incluían el maíz de invierno.

Quizás la limitación más importante de las asociaciones del frijol terciopelo con el maíz de temporal señalada por los agricultores fue la incompatibilidad de la práctica con los sistemas tradicionales de cultivo. El frijol terciopelo intercalado con maíz de temporal compete en forma directa con las plantas voluntarias que se usan como alimento (*quillites*), con cultivos intercalados, por ejemplo, de frijol o yuca, cultivos semi-permanentes como los plátanos y las especies arbóreas que se utilizan para leña. Si bien las asociaciones con frijol terciopelo pueden constituir un medio de intensificar la producción de maíz, los agricultores señalaron que esta estrategia sólo resulta adecuada en aquellas partes de las parcelas donde se hace monocultivo de maíz.

Sin embargo, los campesinos señalaron que los costos directos de la tecnología son bajos; se limitaban a la recolección de semilla y su siembra en el campo. También hicieron hincapié en los beneficios acumulativos de hacer algunos cambios pequeños a corto plazo en las condiciones de campo con la expectativa de que producirán beneficios mayores a largo plazo. Esto sugiere que los agricultores están dispuestos a invertir en medidas que rehabilitan la tierra a largo plazo si éstas producen también algunos beneficios a corto plazo, si los costos directos son bajos y si se pueden percibir tendencias positivas. Enseguida se examina, a la luz del sistema regional de conocimientos indígenas, el papel que posiblemente jueguen los criterios normativos en la evaluación campesina de las asociaciones con frijol terciopelo.

Conocimientos indígenas y cambios tecnológicos

Al evaluar las estrategias de manejo del frijol terciopelo, los agricultores a veces se basan en primer lugar en su conocimiento de los efectos beneficiosos del descanso en los sistemas de agricultura migratoria. Según los agricultores de la región, el descanso permite que la tierra se recupere después de un periodo de cultivo continuo y genera una gran cantidad de basura (*tasol*, en nahua) que "se convierte en suelo", "penetra la tierra" al podrirse y mantiene el suelo húmedo, frío o fresco (*cece*, en nahua).⁵ El descanso es ayudado por especies vegetales "frías" (por ejemplo, el *jonote*, *Heliocarpus* sp.) que "dan vida al maíz", "ablandan el suelo" y "hacen fluir los jugos de la tierra". En contraste, plantas "calientes" como los zacates "secan" y "endurecen" el suelo. Los campos en descanso se denominan "casa de maíz" en popoluca (*poc tui*), en clara referencia a la relación entre el descanso y las futuras cosechas de maíz. Los agricultores nahuas hacen esta misma asociación (Stuart, 1978).

La recuperación del potencial agrícola mediante el descanso es percibida por los agricultores como un proceso de "curación" logrado por medio de una combinación balanceada de lo frío y lo caliente: la planta de maíz "no desea sólo sol y calor, ni tampoco sólo agua y frío" (Chevalier y Buckles, 1995). Desde el punto de vista de los indígenas, las condiciones "frías" que predominan durante el descanso deben balancearse con la quema de los árboles y arbustos que se cortan en preparación para la siembra del maíz de temporal. Estos factores opuestos se manejan de igual forma en la siembra anual; aunque los agricultores saben que la cubierta de residuos que se forma durante el ciclo de invierno mejora la "frialidad" y "humedad" del suelo durante la seca y calurosa temporada invernal, también cuentan con la quema de residuos en la primavera para evitar una "humedad excesiva" durante el ciclo de temporal.

El marco conceptual del manejo de la tierra mediante el descanso afecta las adaptaciones campesinas del frijol terciopelo. La práctica de "mejorar el descanso" con el frijol terciopelo y "el picapical", imita las funciones del descanso. Los agricultores notan que el denso follaje del frijol terciopelo arroja su sombra sobre las malezas y las controla, en tanto que las hojas que caen y se pudren durante todo el ciclo "se vuelven tierra" o la "abonan". Ellos dicen que el frijol terciopelo es una planta "fría" que "refresca la tierra" y a la vez "quema" las malezas.

Es probable que los paralelos conceptuales entre las prácticas tradicionales del descanso y las de los abonos verdes hayan facilitado también la experimentación campesina con esta tecnología. Durante los ensayos, más de la mitad de los agricultores que participaron (15) experimentaron con el frijol terciopelo fuera de las parcelas experimentales en formas no consideradas por los investigadores. Varios campesinos intentaron manejar el frijol terciopelo como cubierta viva, podándolo fuertemente (sin matarlo) antes de sembrar el maíz de invierno. Asimismo, ensayaron distintas densidades de siembra y arreglos espaciales con el frijol terciopelo. Algunos de los agricultores intercalaron el frijol con el maíz de invierno, lo sembraron como

⁵ La descripción de la perspectiva campesina sobre la agricultura migratoria se basa en Chevalier y Buckles (1995).

cultivo de relevo con yuca o como cultivo de cobertura en huertas de mango. Una implicación de esto es que los investigadores no deben subestimar la importancia de que los agricultores entiendan la lógica detrás de las nuevas tecnologías si desean aprovechar plenamente el potencial de éstos en adaptar la tecnología a situaciones específicas.

Aunque los conocimientos indígenas pueden facilitar la innovación campesina, algunos aspectos de esos conocimientos pueden obstaculizar los procesos más amplios del cambio tecnológico. Como lo señaló Bentley (1989), los agricultores saben más acerca de ciertas cosas que de otras y pueden tener ideas completamente erróneas acerca de algunas. Los dramáticos cambios en el medio ambiente también pueden alterar las bases de algunos de esos conocimientos y rebasar la capacidad que tienen los sistemas locales de generar conocimientos nuevos.

En la Sierra de Santa Marta, al igual que en la mayor parte del trópico húmedo de Mesoamérica, el marco conceptual de la agricultura migratoria exige el uso del fuego en la preparación de la tierra para el ciclo de temporal. Según los agricultores, la quema limpia la tierra para la siembra, destruye la semilla de las malezas, reduce la incidencia de las enfermedades del maíz (*chahuiste*) y plagas como las ratas, y convierte la vegetación en ceniza rica en nutrientes que los cultivos subsecuentes aprovechan. Aunque esta estrategia está bien adaptada al manejo de un descanso bien establecido, es mucho menos útil en sistemas en que los periodos de descanso son demasiado cortos para permitir un desarrollo arbustivo significativo. Como se indicó anteriormente, en toda la Sierra las parcelas en descanso ya no incluyen grandes árboles, enredaderas y hierbas, sino más bien gramíneas y pequeños arbustos que no obstaculizan la siembra. La quema de zacatales no alcanza una temperatura lo suficientemente elevada como para destruir las semillas de las malezas ni las raíces de muchas especies. Además, la ceniza que queda en los campos después de la quema anual de malezas y residuos no es suficiente para nutrir el maíz. En resumen, la quema bajo las prácticas de descanso predominantes en la actualidad genera pocos beneficios y ocasiona nuevos costos como la pérdida de materia orgánica y la erosión.

Los agricultores de la Sierra de Santa Marta están conscientes de los problemas provocados por la quema continua. Por ejemplo, muchos señalan que la quema excesiva fomenta el desarrollo de plantas 'calientes' como los zacates que compiten con el maíz. Sin embargo, no han cambiado sus prácticas y la quema de residuos antes de la siembra del maíz de temporal sigue siendo la regla. Aun entre los agricultores que participaron en el ensayo con el frijol terciopelo, la gran mayoría siguieron quemando los residuos en las parcelas no experimentales a pesar de que los investigadores los instaron a no hacerlo. Al parecer, el marco conceptual de la agricultura migratoria, con su énfasis en la quema de residuos, obstaculizó la plena realización de los beneficios de las asociaciones con leguminosas.

Para enfrentar el problema, los autores examinaron las razones que impulsaron a los agricultores a quemar los residuos y propusieron otros medios de alcanzar algunos de los mismos objetivos sin quemar. Por ejemplo, propusieron un ensayo con Atrazina, un herbicida pre-emergente que se consigue en la región pero que es poco conocida por los

agricultores. La Atrazina presenta menos riesgos a la salud que el Paraquat, el herbicida más comúnmente utilizado en la región, y durante el ensayo controló muy bien las malezas en las parcelas no quemadas. Varios agricultores en el grupo de experimentadores comenzaron a utilizar el herbicida en sus propias parcelas durante la preparación de la tierra para el maíz de temporal, y esto los animó a conservar los residuos. En su opinión, el herbicida había "quemado" las malezas y, por consiguiente, había contribuido a crear las condiciones requeridas para un buen cultivo de temporal.

Los ensayos con el frijol terciopelo también ayudaron a crear un mayor aprecio entre los agricultores del valor de los residuos, pues estimularon a varios de ellos a experimentar con otras medidas en lugar de quemar. Dos de ellos intentaron "media quemadas" en los días subsiguientes a lluvias fuertes, a fin de reducir la masa de residuos en la superficie del suelo y los riesgos de enfermedades y plagas. Varios otros hicieron la prueba de cortar todo el rebrote en sus parcelas algunos meses antes de la siembra del maíz de temporal para ayudar a "secar" los residuos por completo, un proceso semejante a la quema. Esta estrategia exigió hacer una operación adicional de control de malezas inmediatamente antes de sembrar el maíz de temporal.

Es más probable que los agricultores consideren detenidamente estos intentos, aunque tentativos, de resolver los problemas asociados a la conservación de residuos a que hagan caso de prohibiciones simples de quemar. La estrategia de investigación sugerida por esta experiencia es abordar directamente los problemas que las prácticas tradicionales supuestamente resuelven. Esto permitiría unir los nuevos conocimientos a los viejos y ayudar a los campesinos a trascender los límites impuestos por su actual sistema de conocimientos. Los agricultores constantemente resuelven la tensión entre la tradición y la necesidad de innovar, y los investigadores pueden acelerar este proceso sintetizando conocimientos científicos con los locales.

Conclusiones

Este trabajo comenzó con una descripción de la experimentación de los agricultores con el frijol terciopelo en sistemas de maíz en las laderas de la Sierra de Santa Marta, Veracruz. Esta experiencia estableció un punto de partida para la colaboración entre agricultores e investigadores y confirmó la importante función de los conocimientos locales en la identificación de ideas nuevas para la experimentación. Evidentemente, los investigadores deben partir del supuesto de que los agricultores buscan activamente soluciones a sus problemas, esfuerzos que puedan proporcionar el punto de partida para la colaboración entre agricultores e investigadores.

Este trabajo también sugiere que la investigación colaborativa puede hacer contribuciones relevantes a la generación de tecnología. Cuatro ciclos de experimentos con frijol terciopelo y maíz de temporal dieron como resultado un avance relativamente rápido en el desarrollo de una nueva estrategia de manejo que fuera aceptable para los agricultores. Estos rechazaron una estrategia de intercalar temprano que se había ensayado en otros lugares y prefirieron intercalar a media temporada, una estrategia de bajo costo con el potencial de mermar los problemas causados por la declinante

fertilidad del suelo, la invasión de malezas y la sequía. Dicha estrategia no había estado disponible anteriormente a los agricultores de la región.

La participación de los campesinos en el diseño, implementación y evaluación de los ensayos con el frijol terciopelo en campos de los agricultores también contribuyó a la identificación de criterios de manejo campesinos que podrían ser importantes para las investigaciones futuras sobre las asociaciones con leguminosas. En primer lugar, parece que las consideraciones laborales tienen un peso preponderante en la evaluación de los beneficios netos que estas asociaciones posiblemente produzcan. Lo que los campesinos deciden sacrificar al considerar los costos de mano de obra a corto plazo y los beneficios a largo plazo puede no ser óptimo desde un punto de vista estrictamente contable. Segundo, los agricultores consideran que las asociaciones con leguminosas son una tecnología que tiene muchos usos y que por tanto se puede emplear para responder a varios factores limitantes de la producción a la vez. Es más probable que la generación de una amplia gama de opciones de manejo que tienen diversos efectos satisfaga mejor las diversas necesidades de los campesinos que el perfeccionamiento de una sola práctica "ideal". Tercero, los agricultores estarían dispuestos a invertir en las asociaciones con leguminosas que generan beneficios a largo plazo siempre que los costos directos de éstas fueran bajos, que las asociaciones también produzcan beneficios a plazo corto y que los agricultores perciban que en realidad habrá beneficios a largo plazo. Su evaluación de estas asociaciones puede estar influida por criterios normativos respecto a los beneficios esperados y los posibles costos, de acuerdo con el sistema de conocimientos local. Es decir, las opiniones de los campesinos acerca de las asociaciones con frijol terciopelo dependen en parte del marco conceptual de la agricultura migratoria practicada por la población indígena durante siglos. Las estrategias de investigación que se examinen los conocimientos campesinos y se orienten a resolver las fallas en los mismos quizá logren acelerar la generación de tecnologías que los agricultores acepten e intensificar la participación de éstos en la adaptación de tecnología.

Aunque la experimentación con frijol terciopelo basada en los agricultores fue productiva, los conocimientos logrados a partir de la participación de éstos en la toma de decisiones claves para la investigación se dieron a expensas de la confiabilidad de los datos agronómicos. Si bien fueron evidentes la variabilidad de los efectos del frijol terciopelo en los rendimientos y las malezas, los ensayos no fueron aptos para medir la magnitud de estos efectos en forma confiable. El diseño experimental, la desertión de los agricultores y la variación a través de fincas en las variables tanto experimentales como no experimentales limitaron la cantidad de datos disponibles para realizar comparaciones válidas de los tratamientos. Una consecuencia metodológica de este resultado es que la experimentación basada en los agricultores no debe verse como un sustituto de los ensayos convencionales en campos de agricultores, sino más bien como una etapa inicial de las investigaciones sobre tecnologías nuevas. La participación campesina puede generar ideas nuevas para la experimentación y ayudar a establecer una gama de estrategias que tengan mayores posibilidades de ser adoptadas, y así mejorar la eficacia del proceso de generación de tecnología. Una vez que se identifiquen estas estrategias, los ensayos manejados por los investigadores podrán concentrarse en problemas claves que es necesario cuantificar. La base para una

colaboración productiva es el reconocimiento de que tanto los agricultores como los investigadores aportan aptitudes únicas a la labor de desarrollar nuevas estrategias para la agricultura sustentable.

REFERENCIAS

- Arevalo Ramírez, J. & Jimenez Osornio, J. (1988). Nescafé (*Stizolobium pruriens* (L.) Medic. var. *utilis* Wall ex Wight) como un ejemplo de experimentación campesina en el trópico húmedo Mexicano. En *Cuatro estudios sobre sistemas tradicionales*, 75-89 (Ed. S. del Almo). Mexico City: Instituto Nacional Indigenista.
- Ashby, J. A. (1990). *Evaluating Technology with Farmers: A Handbook*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultural Tropical.
- Barreto, H. J. (1994). Evaluation and Utilization of Different Mulches and Cover Crops for Maize Production in Central America. En *Slash/mulch: how farmers use it and what researchers know about it*, 157-167 (Eds. H.D. Thurston, M. Smith, G. Abawi y S. Kearl). Ithaca, New York: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Eseñanza y Cornell International Institute for Food, Agriculture, and Development.
- Bentley, J. W. (1989). What farmers don't know can't help them: The strengths and weaknesses of indigenous technical knowledge in Honduras. *Agriculture and Human Values* 6:25-31.
- Bentley, J. W. (1994). Facts, fantasies, and failures of farmer participatory research. *Agriculture and Human Values* 11:140-150.
- Buckles, D. (1995). Velvetbean: A "new" plant with a history. *Economic Botany* 49(1):13-25.
- Bunch, R. (1990). Low input soil restoration in Honduras: The Cantarranas farmer-to-farmer extension programme. *Gatekeeper Series* 23:1-12.
- Burkill, I. H. (1935). *A Dictionary of the Economic Products of the Melay Peninsula*. London, U.K.: Crown Agents for the Colonies.
- Byerlee, D. (1993). Technology adaptation and adoption: The experience of seed-fertilizer technology and beyond. *Review of Marketing and Agricultural Economics*. 6:1-23.
- Carter, E. W. (1969). *New Lands and Old Traditions: Ketchi cultivators in the Guatemalan Lowlands*. Gainesville, Florida: University of Florida Press.
- Chambers, R. (1990). Microenvironments unobserved. *International Institute for Environment and Development* 22:1-18.
- Chevalier, J. M. & Buckles, D. (1995). *A Land Without Gods: Process Theory, Maldevelopment, and the Mexican Nahuas*. Halifax/London, U.K.: Fernwood Books/Zed Books.

- Flores, M. (1994). The use of leguminous cover crops in traditional farming systems in Central America. En *Tapado Slash/Mulch: How Farmers Use It and What Researchers Know about It*, 149-156 (Eds. D. Thurston, M. Smith, G. Abawi & S. Kearl). Ithaca, New York: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y Cornell International Institute for Food, Agriculture, and Development.
- Fujisaka, S. (1989). The need to build upon farmer practice and knowledge: Reminders from selected upland conservation projects and policies. *Agroforestry Systems* 9(2):141-153.
- Graf, W., Voss, J. & Nyabenda, P. (1991). Climbing bean introduction in Southern Rwanda. En *Planned Change in Farming Systems: Progress in On-Farm Research*, 39-62 (Ed. R. Tripp). Chichester, U.K.: John Wiley.
- Granados Alvarez, N. (1989). La rotación con leguminosas como alternativa para reducir el daño causado por fitopatógenos del suelo y elevar la productividad del agrosistema maíz en el trópico húmedo. MSc tesis. Montecillos, Edo. de México: Colegio de Postgraduados.
- Harrington, L., Hobbs, P., Tamang, D., Adhikari, C., Gyawali, B., Pradhan, G., Batsa, B., Ranjit, J., Ruckstuhl, M., Khadka, Y. & Baidya. (1992). *Wheat and Rice in the Hills: Farming Systems, Production Techniques, and Research Issues for Rice-Wheat Cropping Patterns in the Mid-Hills of Nepal*. Bangkok, Thailand: Nepal Agricultural Research Council y International Maize and Wheat Improvement Center.
- Lightfoot, C. (1987). Indigenous research and on-farm trials. *Agricultural Administration and Extension* 24:79-89.
- Lightfoot, C., De Guia, O. J. & Ocado, F. (1988). A participatory method for systems-problem research: Rehabilitating marginal uplands in the Philippines. *Experimental Agriculture* 24:301-309.
- Narváez Carvajal, G. & Paredes Hernández, E. (1994). El Pica-Pica (*Mucuna pruriens*): Más que un abono verde para maíz, en el norte del Istmo Oaxaqueño. Oaxaca de Juárez, Mexico: Universidad Autónoma Chapingo, Dirección de Centros Regionales.
- Norman, D., Baker, D., Heinrich, G., Jonas, C., Maskiara, S. & Worman, F. (1989). Farmer groups for technology development: Experience in Botswana. En *Farmer First: Farmer Innovation and Agricultural Research*, 136-146 (Eds. R. Chambers, A. Pacey, and L.A. Thrupp). London, U.K.: Intermediate Technology Publications.
- Paré, L., Blanco R., J. L., Buckles, D., Chevalier, J. M., Gutiérrez Martínez, R., Hernández D., A., Perales Rivera, H. R., Ramírez R., F. & Velázquez H., E. (1993). *La Sierra de Santa Marta: Hacia un desarrollo sustentable*. Xalapa, Veracruz: Proyecto Sierra de Santa Marta.
- Perales, H. (1992). El autoconsumo en la agricultura de los Popolucas de Soteapan, Veracruz. MSc. tesis. Montecillos, Edo. de México: Colegio de Postgraduados.
- Perales, H. y Buckles, D. (1991). Experimentación campesina con el bejuco de abono (*Mucuna sp.*) en la zona indígena de la Sierra de Santa Marta, Veracruz: Una propuesta de investigación. Manuscrito inédito.

- Saín, G., I. Ponce y E. Borbón. (1993). "Rentabilidad del Sistema de Abonera en el Litoral Atlántico de Honduras," En *Síntesis de Resultados Experimentales del PRM 1992*. Guatemala: CIMMYT-PRN.
- Scott, J. M. (1919). *Velvet Bean Varieties*. University of Florida Agricultural Experiment Station, Bulletin 152.
- Stuart, J. W. (1978). Subsistence ecology of the Isthmus Nahuat Indians of Southern Veracruz, Mexico. PhD. dissertation. Riverside, California: University of California, Riverside.
- Tracy, S. M. & Coe, H. S. (1918). *Velvet Beans*. Farmers' Bulletin 962. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture.
- Triomphe, B. (1995). Fertilidad de los suelos en la rotación maíz/mucuna, Costa Norte de Honduras: Resultados preliminares. Trabajo presentado en el XLI Reunión Anual del PCCMCA, 26 marzo - 1 abril, 1995, Tegucigalpa, Honduras.
- Wilmot-Dear, C. M. (1984). A revision of *Mucuna* (Leguminosae-Phaseoleae) in China and Japan. *Kew Bulletin* 39:23-65.
- Wilmot-Dear, C. M. (1987). A revision of *Mucuna* (Leguminosae - Phaseoleae) in the Indian subcontinent and Burma. *Kew Bulletin* 42:23-46.
- Zea, J. L., Barreto, H. J., Sain, G., Bolaños, J. & Raun, W. R. (1991). Efecto de intercalar leguminosas a diferentes dosis de fósforo sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) en 24 ensayos a través de Centroamérica. En *Análisis de los ensayos regionales de agronomía, 1990*, 27-41. Guatemala City, Guatemala: Programa Regional de Maíz para Centro América y el Caribe.
- Zea, J. L. (1992). Efecto residual de intercalar leguminosas sobre el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) en nueve localidades de Centro América. In *Síntesis de resultados experimentales, 1991*, 97-103. Guatemala City, Guatemala: Programa Regional de Maíz para Centro América y el Caribe.