

FACTORES DE ADOPCIÓN Y ABANDONO DEL SISTEMA DE AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN LOS VALLES ALTOS DE MÉXICO

FACTORS FOR ADOPTION AND ABANDONMENT OF CONSERVATION AGRICULTURE SYSTEMS IN THE HIGH VALLEYS OF MÉXICO

Alejandro **Ramírez-López***¹, Tina Désirée **Beuchelt**¹, Melchor **Velasco-Misael**²

¹Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Carretera México-Veracruz, Texcoco Edo. De México. 56130. (a.r.lopez@cgiar.org), (t.beuchelt@cgiar.org) ²Instituto Tecnológico Superior de San Miguel el Grande, Melchor Ocampo s/n San Miguel el Grande, Tlaxiaco Oaxaca (misael.m.v@hotmail.com)

RESUMEN

En las condiciones de México, es necesario incrementar la productividad del agro con tecnologías sustentables, tales como los sistemas agrícolas basados en los principios de la agricultura de conservación (AC). Sin embargo, aunque ya se han demostrado los beneficios de esta tecnología, hasta hoy ha sido poco probada y adoptada por pequeños y medianos productores, y en ese proceso algunos la han abandonado. Las investigaciones actuales se enfocan a analizar los factores de adopción, y casi no discuten los factores de abandono. El objetivo de este estudio fue entender los factores de adopción y, al mismo tiempo, determinar las causas del abandono del sistema de AC en México. La investigación se basó en entrevistas semi-estructuradas, observaciones de campo y entrevistas informales a productores en los Valles Altos de México. Los resultados muestran que los factores de adopción son principalmente mejor fertilidad y textura del suelo, y reducción de costos de producción. Los factores de abandono están relacionados principalmente con la falta de acompañamiento técnico y la incertidumbre sobre el uso de la parcela. Finalmente, la falta de maquinaria apropiada para la AC, como son las sembradoras, se convierte en una limitante para la adopción del sistema, pero no es causa del abandono. Para facilitar la adopción de AC, es recomendable incluir a las autoridades locales en el proceso de la innovación tecnológica para tener un respaldo local.

Palabras clave: derecho sobre parcela, extensionismo, libre pastoreo, maquinaria, tecnologías sustentables, uso de rastrojo.

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: diciembre, 2012. Aprobado: mayo, 2013.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 10: 195-214. 2013.

ABSTRACT

Under the conditions found in México, it is necessary to increase agricultural productivity with sustainable technologies such as farming systems based on the principles of conservation agriculture (CA). However, although the benefits of this technology have already been shown, until today it has rarely been tested and adopted by small and medium producers, and some have abandoned it during this process. Current studies are focused on analyzing factors for adoption, and they almost do not discuss the factors for abandonment. The objective of this study was to understand the adoption factors and, at the same time, determine the causes for abandoning the CA system in México. The research was based on semi-structured interviews, field observations and informal interviews with producers in México's High Valleys. The results show that the adoption factors are, primarily, greater fertility and texture of the soil, and a reduction in production costs. The abandonment factors are related mainly with the lack of technical accompaniment and uncertainty regarding the use of the plot. Finally, the lack of appropriate machinery for CA, such as sowers, becomes a restriction for adoption of the system, but not the cause for abandonment. In order to facilitate the adoption of CA, it is advisable to include the local authorities in the process of technological innovation, to attain local support.

Key words: rights over land, agricultural extensionism, free grazing, machinery, sustainable technologies, use of stubble.

INTRODUCTION

Agricultural soils in México's High Valleys are cultivated primarily with maize and barley, frequently under traditional intensive farming, and in soils with slopes without protection

INTRODUCCIÓN

Los suelos agrícolas de los Valles Altos de México se cultivan principalmente con maíz y cebada; con frecuencia bajo labranza tradicional intensiva, y en suelos con pendientes sin protección contra la erosión, provocando disminución de la fertilidad y degradación del suelo, y por tanto afectando negativamente la sostenibilidad de los sistemas agrícolas (Govaerts *et al.*, 2005). Ante esto, más las sequías prolongadas, y el incremento del precio de los insumos y combustibles, se propone la Agricultura de Conservación (AC) como una alternativa sustentable para los productores, y para garantizar la seguridad alimentaria en el entorno del cambio climático (Hobbs, 2007; Knowler and Bradshaw, 2007; Wall, 2007; Hobbs *et al.*, 2008; Giller *et al.*, 2009; Kassam *et al.*, 2009; Derpsch *et al.*, 2010; Erenstein *et al.*, 2012; Valbuena *et al.*, 2012).

La AC se basa en tres principios: (i) mínimo movimiento del suelo; (ii) cobertura del suelo con residuos; y (iii) rotación de cultivos (Govaerts *et al.*, 2009; Kassam *et al.*, 2009). Esta tecnología ayuda a mejorar los suelos aumentando el contenido de materia orgánica, la actividad biológica y su porosidad, lo que mejora la infiltración y la disponibilidad de agua para la planta. También disminuye la erosión y la evaporación de la humedad del suelo, contribuyendo de esta manera a rendimientos más altos y estables (Sommer *et al.*, 2007; Wall, 2007; Kassam *et al.*, 2009). Además, disminuye los costos y demanda de mano de obra para mover el suelo (Sommer *et al.*, 2007; Govaerts *et al.*, 2009; Kassam *et al.*, 2009), de lo que se deriva un ahorro para productor (Knowler and Bradshaw, 2007).

La literatura sobre AC está dirigida fundamentalmente a analizar los beneficios de la AC y los factores que influyen en su adopción (Knowler and Bradshaw, 2007; Wall, 2007; Erenstein *et al.*, 2012), sin embargo, existen algunos efectos negativos a corto plazo, dentro de los cuales se reportan la incidencia de malezas y plagas, la inmovilización de nutrientes del suelo, una baja germinación y ahogamiento en suelos con mal drenaje. A largo plazo, la acidez, compactación del suelo (dependiendo de la textura), toxicidad por aluminio y menor integración de materia orgánica al suelo (Giller *et al.*, 2009).

Otros factores limitantes son el uso de los residuos de cosecha para forraje de los animales y la costumbre

from erosion, which cause a decrease in fertility and soil degradation, and therefore, negatively affect the sustainability of agricultural systems (Govaerts *et al.*, 2005). In view of this, in addition to long droughts and the increase in prices of inputs and fuels, Conservation Agriculture (CA) is proposed as a sustainable alternative for producers, and to guarantee food security in the environment of climate change (Hobbs, 2007; Knowler and Bradshaw, 2007; Wall, 2007; Hobbs *et al.*, 2008; Giller *et al.*, 2009; Kassam *et al.*, 2009; Derpsch *et al.*, 2010; Erenstein *et al.*, 2012; Valbuena *et al.*, 2012).

CA is based on three principles: (i) minimum movement of the soil; (ii) soil coverage with residues; and (iii) crop rotation (Govaerts *et al.*, 2009; Kassam *et al.*, 2009). This technology helps to improve the soils, increasing the organic matter content, biological activity and porosity, improving water infiltration and availability for the plant. It also decreases the erosion and the humidity evaporation from the soil, thus contributing to higher and more stable yields (Sommer *et al.*, 2007; Wall, 2007; Kassam *et al.*, 2009). In addition, it decreases the costs and demand for workforce to move the soil (Sommer *et al.*, 2007; Govaerts *et al.*, 2009; Kassam *et al.*, 2009), from which derives some savings for the producer (Knowler and Bradshaw, 2007).

The literature on CA is directed fundamentally at analyzing the benefits of CA and the factors that influence its adoption (Knowler and Bradshaw, 2007; Wall, 2007; Erenstein *et al.*, 2012); however, there are some negative effects in the short term, among which the incidence of weeds and plagues is reported, as well as the immobilization of soil nutrients, low germination and drowning in soils with bad drainage. In the long term, there is acidity, compacting of the soil (depending on the texture), toxicity from aluminum, and less integration of the organic matter into the soil (Giller *et al.*, 2009).

Other limiting factors are the use of residues from harvests for animal fodder and the custom of free grazing in areas with prolonged dry seasons (Wall, 2007; Kassam *et al.*, 2009; Erenstein *et al.*, 2012). The social norms in rural communities can also affect the adoption, since the CA system is very different from conventional knowledge. The security of the rights over land is important because

de libre pastoreo en áreas con épocas secas prolongadas (Wall, 2007; Kassam *et al.*, 2009; Erenstein *et al.*, 2012). Las normas sociales en las comunidades rurales también pueden afectar la adopción, debido a que el sistema de AC es muy distinto a los conocimientos convencionales. La seguridad del derecho sobre la parcela es importante debido a que muchos de los beneficios de la AC son a mediano y largo plazo (Govaerts *et al.*, 2005, 2009). Según Wall (2007) hay menos probabilidad de que los productores en adopten la AC cuando no son propietarios de la parcela. Sin embargo, Knowler y Bradshaw (2007) encontraron estudios que lo confirman y otros que lo rechazan. Estos mismos autores también detectaron que hay una insuficiencia de conocimiento sobre los factores de adopción, por lo que o hay pocas o no existen variables que expliquen universalmente la adopción de AC.

A nivel mundial, la adopción de la AC es relativamente baja; se practica en 7 % de la superficie agrícola (Kassam *et al.*, 2009). Sin embargo, en el sur de América Latina, la AC se practica en 60 % de la superficie agrícola, principalmente entre agricultores comerciales y grandes. En México, la adopción de la AC ha sido limitada, y hasta el ciclo 2008/2009 cubría aproximadamente 1 % de la superficie agrícola, lo que equivale a alrededor de 22 800 ha (Kassam *et al.*, 2009; Erenstein *et al.*, 2012); no obstante que la investigación y promoción de la labranza de conservación³ data desde los años 70 y 80 (Jiménez González *et al.*, 2004).

Marenja y Barrett (2007) encontraron que los factores que aumentaron la probabilidad de adopción de AC son las mismas que contribuyen a su abandono. En su estudio encontraron que los factores importantes para la adopción de tecnologías sustentables para el manejo de suelo fueron: educación, tamaño del terreno agrícola, disponibilidad de mano de obra y los ingresos no agrícolas. No se ha prestado mucha atención al hecho de que algunos agricultores adoptan la AC u otras tecnologías de conservación del suelo por algunos años y luego la abandonan.

Desde 2008 se empezó a promover la AC en los Valles Altos de México y, desde entonces, muchos agricultores la adoptaron. Al mismo tiempo, hubo otros que abandonaron el sistema. Los factores que contribuyen al abandono de la AC en esta región de México son poco conocidos. El objetivo de este estudio fue entender los factores de adopción y, al mismo tiempo, determinar las causas del abandono

many of the benefits from CA are in the medium and long term (Govaerts *et al.*, 2005, 2009). According to Wall (2007), there is less probability of producers adopting CA when they are not owners of the land plot. However, Knowler and Bradshaw (2007) found studies that confirm this and others that reject it. These same authors also detected that there is insufficient knowledge about the factors for adoption, which is why there are either few or no variables that can universally explain CA adoption.

At the global level, CA adoption is relatively low; it is practiced in 7 % of the agricultural surface (Kassam *et al.*, 2009). However, in the south of Latin America, CA is practiced in 60 % of the agricultural surface, primarily among commercial and large farmers. In México, CA adoption has been limited, and until the 2008/2009 cycle, it covered approximately 1 % of the agricultural surface, which is equivalent to around 22 800 ha (Kassam *et al.*, 2009; Erenstein *et al.*, 2012); nevertheless, the research and promotion of conservation farming³ dates back to the 1970s and 1980s (Jiménez González *et al.*, 2004).

Marenja and Barrett (2007) found that the factors that increased the probability of CA adoption are the same that contribute to their abandonment. In their study they found that the important factors for adoption of sustainable technologies for soil management were: education, size of the agricultural plot, availability of labor and non-agricultural income. Not very much attention has been given to the fact that some farmers adopt CA or other soil conservation technologies for some years and then abandon them.

Since 2008, CA began to be promoted in México's High Valleys, and since then, many farmers have adopted it. At the same time, there were others who abandoned the system. The factors that contribute to the abandonment of CA in this region of México are scarcely known. The objective of this study was to understand the adoption factors and, at the same time, determine the causes for abandonment of the CA system in México's High Valleys. The research was based on qualitative interviews, comparing farmers who adopted and abandoned CA. In-depth interviews were performed with 13 farmers and seven key informants; the information collected was complemented with field observations and informal interviews.

del sistema de la AC en los Valles Altos de México. La investigación se basó en entrevistas cualitativas, comparando agricultores que adoptaron y abandonaron la AC. Se realizaron entrevistas a profundidad con 13 agricultores y siete informantes claves, la información recolectada se complementó con observaciones de campo y entrevistas informales.

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN Y MÉTODOS

Ante la crisis alimentaria de los últimos cuatro años en México y en el mundo, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), implementaron en 2011 la iniciativa “Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional” (MasAgro), cuyo objetivo es incrementar de manera sostenible la producción de maíz y trigo. La iniciativa plantea integrar a los actores de la cadena productiva en un esfuerzo coordinado de desarrollo, adaptación y adopción de soluciones sustentables a los problemas que existen en los sistemas de producción de maíz y trigo, tanto en condiciones de temporal como de riego, en las distintas zonas agroecológicas de México. Así mismo, se considera el uso de variedades adecuadas, la retroalimentación e integración de la experiencia y conocimiento de los productores, el uso eficiente de fertilizantes y los recursos suelo y agua, así como de tecnologías poscosecha⁴.

En el año 2008, el CIMMYT, en coordinación con empresas distribuidoras de semilla de la iniciativa privada, inició un proyecto piloto en los estados de México e Hidalgo, con el establecimiento de las primeras parcelas demostrativas con productores, donde la principal tecnología a probar fue la AC como parte de un mejor manejo agronómico. Este proyecto piloto fue integrado en la iniciativa MasAgro en 2011. Un diagnóstico *ex-ante*, indicó que había serios problemas técnicos, para los cuales una de las medidas tomadas fue capacitar a los técnicos, estableciendo para ello el curso de Técnico Certificado en Agricultura de Conservación, el cual se difunde ampliamente en varias regiones del país.

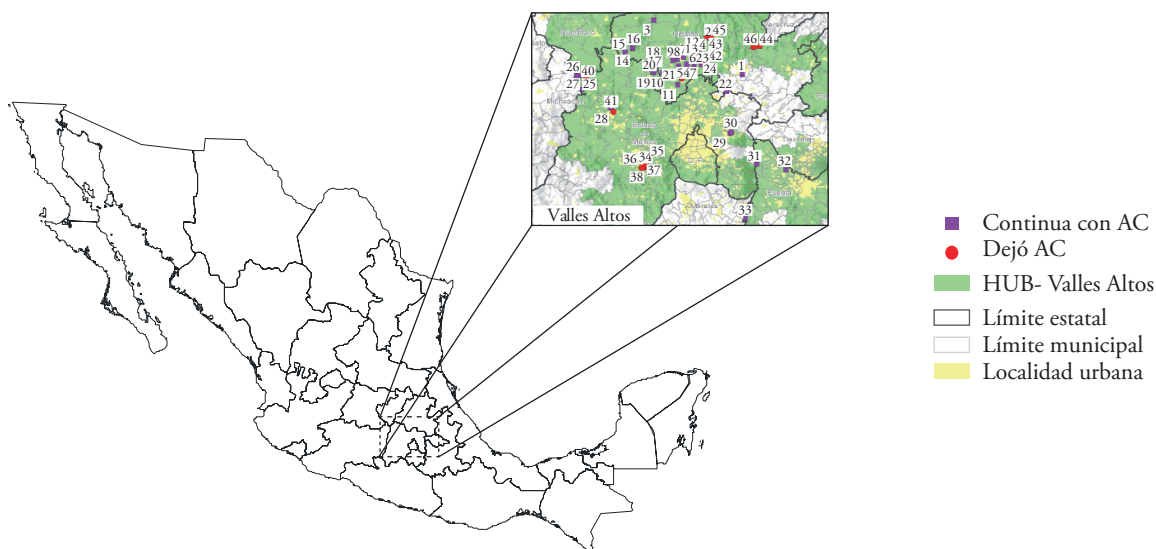
Para el establecimiento de la AC existen algunos prerrequisitos que varían con el sistema de producción, que se inicia de manera general con un diagnóstico de la parcela, lo que marca la pauta para continuar con prácticas para el acondicionamiento del suelo, como son: análisis de suelo, subsoleo, nivelación, curvas a nivel o desnivel, según el caso, prácticas previas para

RESEARCH DESIGN AND METHODS

In view of the food crisis of the last four years in México and the world, the Agriculture, Livestock Production, Rural Development, Fishing and Food Ministry (*Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación*, SAGARPA) and the International Maize and Wheat Improvement Center (*Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo*, CIMMYT), implemented in 2011 the initiative, “Sustainable Modernization of Traditional Agriculture” (*Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional*, MasAgro), with the objective of increasing maize and wheat production in a sustainable manner. The initiative suggests integrating actors of the productive chain into a coordinated effort for development, adaptation and adoption of sustainable solutions to the problems there are in maize and wheat production systems, both under rainfed conditions and under irrigation, in different agro-ecological zones of México. Likewise, the use of adequate varieties is considered, as well as feedback and integration of the experience and knowledge of producers, and the efficient use of fertilizers and of the soil and water resources, and of post-harvest technologies.⁴

In 2008, CIMMYT, in coordination with companies that distribute seed from the private sector, began a pilot project in the states of México and Hidalgo, establishing the first demonstrative plots with producers, for the primary technology to be tested was CA as part of agronomic improvement. This pilot project was integrated into the MasAgro initiative in 2011. An *ex-ante* diagnosis indicated that there were serious technical problems, for which one of the measures taken was to train the technicians, establishing for that purpose the Technical Certificate Course on Conservation Agriculture, which is widely spread in several regions of the country.

For the establishment of CA, there are some prerequisites that vary with the production system, which generally begins with a diagnosis of the plot, which sets the stage to continue with practices for soil conditioning, such as: soil and sub-soil analyses, and leveling flat or slope curves, depending on the case; also, previous practices to improve fertility and pH in the soil (applying lime or gypsum). It is necessary to have access to inputs for direct sowing, whether mechanical or animal traction, and basic knowledge



Fuente: elaborado con datos propios, CIMMYT – GIS LAB, 2011.

Figura 1. Microlocalización de la región de Valles Altos Maíz y de las parcelas demostrativas.
Figure 1. Micro-localization of the High Valleys Maize region and the demonstrative plots.

mejorar la fertilidad y pH del suelo (aplicación de cal o yeso). Es necesario tener acceso a implementos para siembra directa, ya sea de tracción mecánica o animal y conocimientos básicos sobre la tecnología. Los beneficios de la AC son visibles después de dos o tres años, por tanto el productor debe estar conciente de esto.

Región de estudio

El estudio se llevó a cabo dentro de la iniciativa MasAgro, después de cuatro años de implementación del proyecto en los Valles Altos, en los municipios de Tlanalapa, Mineral de la Reforma, Atotonilco el Grande, Husca, Santiago de Anaya y Ajacuba en el estado de Hidalgo; y en Temazcalsingo, Jocotitlán y Metepec del estado de México, los que se localizan en la región centro-oriental de México, con altitudes que van desde 1800 hasta 2300 m (Figura 1). Los municipios se seleccionaron con base en el lugar de residencia de los agricultores que abandonaron la tecnología, y de los productores más cercanos que lo adoptaron.

Métodos

La investigación se basó en entrevistas que comparan a agricultores que adoptaron con otro grupo que abandonó la tecnología; para entender a profundidad las experiencias y percepciones de los agricultores con relación a la AC. En virtud de que

of the technology. The benefits of CA are visible after two or three years, so the producer should be aware of this.

Study region

The study was carried out within the MasAgro initiative, after four years of implementation of the project in the High Valleys, in the municipalities of Mineral de la Reforma, Atotonilco el Grande, Husca, Santiago de Anaya and Ajacuba in the state of Hidalgo; and in Temazcalsingo, Jocotitlán and Metepec in Estado de México, which are located in México's center-eastern region, with altitudes that range from 1800 to 2300 m (Figure 1). The municipalities were selected based on the place of residence of the farmers who abandoned the technology, and of the producers nearest who adopted it.

Methods

The research was based on interviews that compare farmers who adopted the technology with another group who abandoned it, in order to deeply understand the experiences and perceptions of farmers with regards to CA. Since there was virtually no *ex-ante* information about the causes for abandonment of CA, we considered that structured interviews to obtain quantitative

casi no había información *ex-ante* sobre las causas de abandono de AC, consideramos que las entrevistas estructuradas para obtener información cuantitativa, no responderían a los objetivos de la investigación.

Para las entrevistas de tipo cualitativo se diseñó una guía de preguntas semi-estructuradas, considerando los factores que podrían influir el proceso de difusión y adopción de AC. La guía incluyó preguntas sobre razones de adopción y abandono, participación familiar en la unidad de producción, costo/venta de productos e insumos, mano de obra, disponibilidad de maquinaria y equipo, capacitación, crédito agrícola e ingresos. Se aplicaron adicionalmente las entrevistas semi-estructuradas a informantes clave, como técnicos y vendedores de agroquímicos que prestaron asistencia técnica de AC. Estas entrevistas fueron complementadas por otras informales y observaciones de campo.

Los productores fueron seleccionados de una base de datos de 43 productores que adoptaron el sistema de AC, y de 13 que lo abandonaron en el transcurso de 2008 a 2011; de los cuales se entrevistó a siete; del resto, uno emigró de la localidad y cinco abandonaron el sistema por cambio de uso de suelo.

Con el fin de contar con una muestra comparativa, se entrevistó a seis productores que adoptaron el sistema de AC, cercanos a aquellos que abandonaron la tecnología (Figura 2). También se entrevistó a tres técnicos y a cuatro vendedores de agroquímicos que prestaron asistencia técnica de AC.

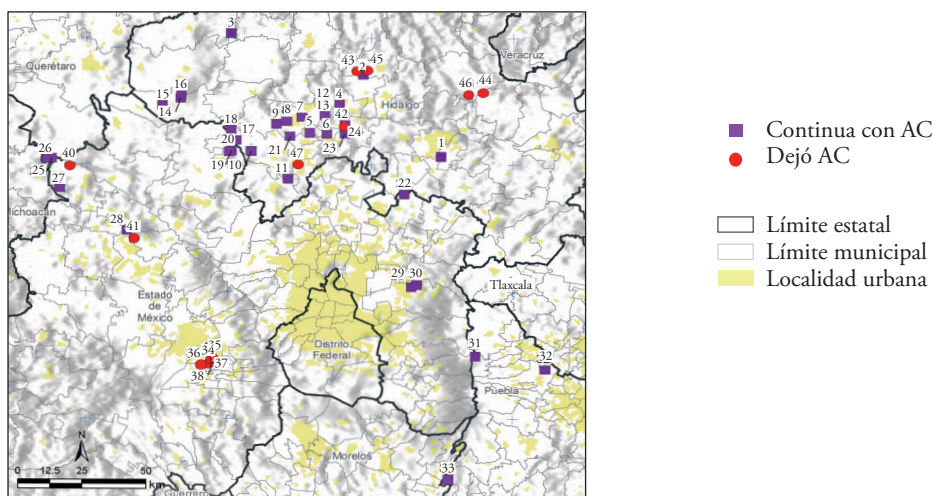
information would not respond to the objectives of the research.

For the interviews of qualitative type, a guide with semi-structured questions was designed, taking into account the factors that could influence the process of CA spread and adoption. The guide included questions about the reasons for adoption and abandonment, family participation in the production unit, cost/sale of products and inputs, workforce, availability of machinery and equipment, training, agricultural credit and income. In addition, semi-structured interviews were applied to key informants, such as technicians and sellers of agrochemicals that offered technical assistance in CA. These interviews were complemented by other informal and field observations.

The producers were selected from a database of 43 producers who adopted the CA system, and the 13 producers who abandoned it between 2008 and 2011; of these, seven were interviewed; of the remainder, one emigrated from the locality and five abandoned the system because of a change in land use.

With the goal of having a comparative sample, six producers who adopted the CA system and who were close to those who abandoned the technology were interviewed (Figure 2). Three technicians and four agrochemical sellers were also interviewed, who gave technical assistance on CA.

The field work began with a visit to the area, performing a pilot run of the question guide. The



Fuente: elaborado con datos propios, CIMMYT – GIS LAB, 2011.

Figura 2. Distribución de agricultores que adoptaron y abandonaron AC en los Valles Altos.
Figure 2. Distribution of farmers who adopted and abandoned CA in the High Valleys.

El trabajo de campo se inició con un recorrido del área, haciendo una prueba piloto de la guía de preguntas. Las entrevistas se aplicaron a finales de 2011. La información recabada se analizó mediante el software para el análisis de datos cualitativos MAXQDA. Se usó el método de análisis temático para clasificar los factores principales de adopción y de abandono.

RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados del estudio. Se inicia con factores que contribuyen a la adopción de AC y continúa con los factores que han contribuido al abandono del sistema.

Razones por las cuales los agricultores adoptan la AC

Los agricultores que siguen practicando la AC tienen entre 41 y 70 años. Las parcelas que manejan son principalmente de riego. El tamaño de la superficie agrícola varía desde pequeño (4 a 5 ha) a mediano (hasta 52 ha). En las entrevistas, los agricultores mencionaron sus experiencias con la AC, destacando como ventajas principales una reducción de costos y una mejora de la calidad del suelo (Cuadro 1), lo que los motiva a continuar con el sistema.

Aparte de las dos razones principales mencionadas por los agricultores, las entrevistas revelaron factores adicionales de importancia para la adopción de la AC. En total encontramos seis razones principales que influyen en la adopción: la reducción en los costos de producción al disminuir labores con maquinaria, el mejoramiento de la humedad y la calidad del suelo, la disponibilidad de asistencia técnica, el acceso a sembradoras para maíz, la realización de análisis del suelo y los subsidios a insumos. Cada una de las razones se aborda con más detalle en los siguientes párrafos.

Disminución en los costos de producción

Ante el incremento constante del precio de los insumos agrícolas, tales como agroquímicos y combustibles, los agricultores consideran muy importante implementar nuevas prácticas para disminuir la dependencia y el uso de insumos externos; así como la reducción de labores agrícolas. Uno de los agricultores expresó: “los costos de los insumos son muy

interviews were applied at the end of 2011. The information gathered was analyzed with the software for qualitative data analysis, MAXQDA. The thematic analysis method was used to classify the primary factors for adoption and abandonment.

RESULTS

In this section we present the study's results. We begin by the factors that contribute to CA adoption and continue with the factors that have contributed to abandonment of the system.

Reasons why farmers adopt CA

Farmers who continue to practice CA are between 41 and 70 years old. The plots they manage are primarily irrigation-based. The size of the agricultural surface varies from small (4 to 5 ha) to medium (up to 52 ha). In the interviews, farmers mentioned their experiences with CA, highlighting as primary advantages the cost reduction and improvement of the soil quality (Table 1), which motivates them to continue with the system.

Apart from the two main reasons mentioned by the farmers, the interviews revealed additional factors of importance for CA adoption. In total, we found six primary reasons that influence the adoption: reducing production costs by reducing tilling with machinery, improving soil humidity and quality, the availability of technical assistance, access to maize sowers, performance of soil analyses and subsidies for inputs. Each one of the reasons is described in more detail in the following paragraphs.

Reduction in production costs

In view of the constant increase in prices of agricultural inputs, such as agrochemicals and fuels, farmers consider very important implementing new practices that allow decreasing the dependency and use of external inputs, as well as the reduction of agricultural tasks. One of the farmers expressed: “the costs of inputs are very expensive, and it is necessary to apply them, otherwise there will be no harvest... the problem is that sale prices of our products are very low, and sometimes the products sold are only

Cuadro 1. Características generales de los agricultores que siguen practicando AC y sus razones.

Table 1. General characteristics of farmers who continue to practice CA and their reasons.

Agricultor	Municipio / Estado	Régimen de humedad	Superficie (ha)	Edad (años)	Años con AC	Razones para adoptar AC
A-A	Mineral de la Reforma, Hidalgo	Riego	52.0	41	4	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la textura del suelo • Mantiene la humedad del suelo • Mejora la fertilidad del suelo • Disminuye las labores agrícolas
B-A	Santiago de Anaya, Hidalgo	Riego	27.0	44	2	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora el desarrollo de las plantas • Mejora la fertilidad del suelo • Mantiene la humedad del suelo
C-A	Ajacuba, Hidalgo	Riego	5.5	70	3	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuye el uso de combustibles • Disminuye el número de riegos • Mantiene la humedad del suelo • Mejora la textura del suelo • Reduce gradualmente el uso de herbicidas
D-A	Temascalcingo, Edo. de México	Riego	5.5	49	4	<ul style="list-style-type: none"> • Los cultivos en AC son más resistentes a heladas y sequías • Mejora la textura del suelo • Mantiene la humedad del suelo • Favorece la obtención de dos ciclos de cultivos durante el año
E-A	Jocotitlán, México	Riego	42.0	64	1	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la textura y fertilidad del suelo • Reduce el uso de fertilizantes químicos • Reduce los costos de producción
F-A	Temascalcingo, Edo. de México	Temporal	4.0	56	4	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la textura del suelo • Mantiene la humedad del suelo

Fuente: elaboración con datos propios. ♦ Source: authors' elaboration with their own data.

caros, y es necesario aplicarlos, de lo contrario no se obtendría cosecha... el problema es que los precios de venta de nuestros productos son muy bajos, a veces los productos que se venden sólo se recupera para volverlo a invertir”⁵. La AC les parece un sistema que responde a estos requerimientos; debido principalmente a la labranza mínima o cero y a la mejora de la calidad del suelo percibida por los productores.

Los productores que cuentan con maquinaria consideran que la reducción de los costos de producción se debe principalmente al menor uso de combustible por disminuir labores agrícolas, menor renta de maquinaria o implementos agrícolas. Un agricultor argumentó: “Si yo sigo trabajando con el sistema convencional ¿Cuántas labores agrícolas tengo que hacer? de 4 a 5 ¿Cuánto consume un tractor? 12 litros por hectárea... y el tiempo y el trabajo. Sin embargo, con el sistema de agricultura de conservación, se

enough to recover to invest again”⁵. They think of CA as a system that responds to these requirements, mainly due to the minimal or zero tilling required and to the improvement of soil quality perceived by producers.

The producers who have machinery consider that production costs reduction is due primarily to the lesser use of fuels to decrease farm labor, and to the lower rent for machinery or agricultural inputs. A farmer stated that: “If I continue to work with the conventional system, how much tilling do I have to do? Four to five. How much does the tractor consume? Twelve liters per hectare... plus the time and work. However, with the conservation agriculture system, these costs are saved, the soil improves and in 3 or 4 years I think that the yield will be more favorable”⁶.

Another one of the reasons why production costs perceived by producers decreased with more

ahorran estos costos, se mejora el suelo y en 3, 4 años considero que el rendimiento será más favorable”⁶.

Otra de las razones por la que se disminuyen los costos de producción percibida por productores con más de tres años practicando AC, se debe a la reducción de la cantidad de fertilizante requerido, al mejorar la fertilidad del suelo.

La AC mejora la humedad y calidad del suelo

Los seis agricultores entrevistados manifestaron estar conscientes de los beneficios de la AC en mitigar la erosión y la sequía, y expresan su preocupación por mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo de sus parcelas agrícolas. Ellos coinciden en que los beneficios de AC también se reflejan en mayor contenido y conservación de humedad en el suelo, y como consecuencia en ahorro de agua, lo que disminuye el número de riegos necesarios. También en que mejora la fertilidad y textura del suelo. Un agricultor manifestó: “me gusta el sistema de agricultura de conservación, ya que de esta manera se mantiene húmeda la tierra para la siguiente temporada de siembra, yo dejo 30 o 40 % de cobertura... la tierra que tiene cobertura no se compacta. Donde yo sembré en agricultura de conservación, la tierra se va mejorando, en cambio en el sistema tradicional, la tierra está compacta y con poca humedad”⁷.

Disponibilidad de asistencia técnica

Los agricultores consideran fundamental la asistencia técnica en el proceso de adopción de la AC, y reconocen el esfuerzo de las organizaciones públicas y privadas que proporcionan este servicio. La asistencia técnica privada es proporcionada por despachos, y está relacionada con la compra-venta de insumos agrícolas (semillas, fertilizantes y agroquímicos). La calidad depende del compromiso de los despachos. Se puede diferenciar dos modalidades de asistencia técnica en AC: a) despachos que brindan asistencia técnica gratuita a agricultores que cuentan con parcelas demostrativas de AC, y que adquieren o no los insumos con el despacho⁸; y b) despachos que dan la asistencia técnica a agricultores con parcelas demostrativas solamente si adquieren los insumos con ellos.

Los agricultores con tres y cuatro años practicando el sistema de AC, consideran haber adquirido experiencia y conocimientos técnicos necesarios en

than three years practicing CA is because of the reduction in amount of fertilizer required, as a result of improving the soil fertility.

CA improves the soil humidity and quality

The six farmers interviewed manifested being aware of the benefits of CA in mitigating erosion and drought, and they expressed their worry over improving the physical, chemical and biological conditions of their agricultural plots. They coincided in that the benefits of CA are also reflected in a higher content and conservation of humidity in the soil, and as consequence, in water saving, which decreases the number of irrigations necessary. Also in that it improves the fertility and texture of soil. A farmer stated: “I like the conservation agriculture system, because in this way the land remains humid for the next sowing season, I leave 30 or 40 % of coverage... the land that has coverage does not compress. In the places where I cultivated with conservation agriculture the land is improving, as opposed to the traditional system, where the soil is compacted and with little humidity.”⁷

Availability of technical assistance

Farmers consider technical assistance as fundamental in the process of CA adoption, and they recognize the efforts made by public and private organizations that provide this service. The private technical assistance is provided by companies and is related to the purchase-sale of agricultural inputs (seeds, fertilizers and agrochemicals). The quality depends on the commitment by companies. Two modalities of technical assistance in CA can be differentiated: a) companies that offer free technical assistance to farmers who have demonstrative CA plots, and who acquire or not the inputs from the company⁸; and b) companies that give technical assistance to farmers with demonstrative plots only if they acquire the inputs with them.

Farmers with three and four years practicing the CA system consider that they have gained the necessary experience and technical knowledge in terms of the practices related to management of the system, so as to continue without technical assistance. An exception is the theme related to plagues and diseases, where farmers have the need for technical

cuanto a las prácticas relacionadas al manejo del sistema, para continuar sin acompañamiento técnico. Una excepción son los temas relacionados a plagas y enfermedades, en los cuales los agricultores tienen la necesidad de asistencia técnica. Dos agricultores con menos de tres años de trabajo con la AC, aún no se consideran capaces de continuar solos con el sistema. Sugieren que los técnicos les den una buena capacitación para que en el futuro puedan continuar de manera independiente.

Acceso a sembradoras de maíz para el sistema de AC

Para realizar la siembra en AC se requiere de maquinaria especializada, debido a que se tiene que cortar la cobertura (los residuos de la cosecha anterior). Cuatro de los seis agricultores entrevistados cuentan con su propia sembradora de maíz para realizar la siembra directa de manera oportuna. No es el caso de los otros dos productores, quienes tienen que prestar o maquilar, lo que les retrasa la siembra.

En general, los agricultores tienen acceso a sembradoras de siembra directa para maíz, pero nadie cuenta o puede acceder a sembradoras de siembra directa para grano pequeño (trigo, cebada, avena). Esto les dificulta hacer la rotación de cultivos como uno de los principios del sistema de AC, y puede ser una limitante para su adopción.

Análisis de suelo

A través de sus técnicos, los agricultores hicieron un análisis de suelo. Los técnicos les han ayudado a interpretar los resultados del laboratorio para las recomendaciones de tipos y cantidades de fertilizantes a utilizar. Para los agricultores es importante conocer el pH del suelo y la cantidad de nutrientes presentes para tomar mejores decisiones sobre la nutrición de las plantas. La introducción del análisis del suelo con el sistema de AC, ha dado confianza del sistema y la credibilidad del técnico al productor, aunque no es algo implícito de la AC.

Subsidio a insumos

Todos los agricultores entrevistados han recibido subsidios de programas públicos para la adquisición de fertilizante o semilla (maíz o frijol). Dos de ellos

asistencia. Two farmers with less than three years working with CA still do not think of themselves as capable of continuing with the system on their own. They suggest that technicians give them good training so they can continue independently in the future.

Access to maize sowers for the CA system

Specialized machinery is required to carry out sowing in CA, because the coverage has to be cut down (residues from the previous harvest). Four of the six farmers interviewed have their own maize sower to carry out direct sowing in a timely manner. It is not the case of the other two producers, who have to loan or assemble, which delays the sowing.

In general, farmers have access to direct maize sowers, but nobody has or can gain access to direct crop sowers for small grain (wheat, barley, oats). This makes crop rotation, as one of the principles of the CA system, more difficult, and it can be a limiting factor for its adoption.

Soil analysis

Through their technicians, farmers performed soil analyses. The technicians have helped them to interpret the lab results for recommendations of types and amounts of fertilizers to be used. For farmers it is important to know the soil pH and amount of nutrients present, to make decisions regarding plant nutrition. The introduction of soil analysis with the CA system has awarded confidence on the system and credibility of the technician for the producer, although it is not something implicit in CA.

Subsidies to inputs

All the farmers interviewed have received subsidies from public programs for the purchase of fertilizer or seed (maize or beans). Two of them belong to an organization through which they have obtained agricultural inputs from the SAGARPA programs. The producers consider the subsidy as a stimulus that motivates them to continue with new production systems, since they manifest that they don't have to spend in full the resources that are required to adopt the innovations, and even more so because CA

pertenecen a una organización, a través de la cual han obtenido implementos agrícolas de los programas de la SAGARPA. Los productores consideran al subsidio como un estímulo que los motiva a continuar con nuevos sistemas de producción, pues manifiestan que no tienen que desembolsar en su totalidad los recursos que se requieren para adoptar las innovaciones, más aún, porque la AC demanda mayor uso de herbicidas durante los primeros años.

Razones por las cuales los agricultores han abandonado la AC

Los agricultores que abandonaron la AC, están en edades de 37 a 63 años. La mayoría de las parcelas que manejan son de temporal. El área agrícola varía de pequeño (desde 2.5 ha), mediano y grande (hasta 180 ha). En las entrevistas se encontró que la mayoría de los agricultores solo practicaron la AC durante un ciclo agrícola (Cuadro 2), y mencionan como principal causa de abandono la falta de acompañamiento técnico.

Aparte de la principal razón que ocasionó el abandono de la AC, mencionado por los agricultores, las entrevistas también revelaron tres causas adicionales de importancia en el abandono: establecimiento de la AC en parcelas rentadas, desinterés del productor hacia la AC y conflicto en el uso del rastrojo para cobertura *versus* forraje. Cada una de ellas se aborda con más detalle en los siguientes párrafos.

Acompañamiento técnico deficiente

La AC requiere de conocimientos especializados y de tomar decisiones constantes durante el proceso de adaptación. Durante la introducción de la AC surgen muchas dudas, por lo que el acompañamiento técnico es el factor clave que marcó la diferencia en continuar o no con el sistema. Las principales consecuencias fueron problemas con malezas, sobre todo de hoja angosta, y conflictos personales con los técnicos. Los productores percibieron mayor uso de herbicidas en la AC que en el sistema de producción tradicional. Cinco de siete agricultores comentaron que ante los problemas técnicos presentados en sus parcelas buscaron alternativas para solucionarlas, pero no lo lograron. Debido a la falta de asistencia técnica decidieron abandonar completamente el sistema. Un agricultor hizo el siguiente comentario: “en

demands greater use of herbicides during the first years.

Reasons why farmers have abandoned CA

The farmers who abandoned CA are between the ages of 37 and 63. Most of the plots they manage are rainfed. The agricultural area varies from small (2.5 ha), medium and large (up to 180 ha). In the interviews it was found that most of the farmers only practiced CA during one agricultural cycle (Table 2), and they mention as the primary cause for abandonment the lack of technical accompaniment.

In addition to the main reason that caused abandonment of CA, mentioned by farmers, the interviews also revealed three additional causes of importance in the abandonment: establishing CA on rented plots, lack of interest towards CA, and conflict over the use of stubble for coverage *versus* fodder. Each one of them is approached with more detail in the next paragraphs.

Deficient technical accompaniment

CA requires specialized knowledge and making constant decisions during the process of adaptation. During the introduction of CA, many doubts arise, which is why technical accompaniment is the key factor that marked the difference in continuing with the system or not. The main consequences were problems with weeds, especially of narrow leaves, and personal conflicts with the technicians. Producers perceived a greater use of herbicides in CA than in the traditional production system. Five out of seven farmers mentioned that when faced with the technical problems found in their plots, they sought alternatives to solve them, but they did not find any. Due to the lack of technical assistance, they decided to abandon the system completely. A farmer made the following comment: “in the plot where conservation agriculture was established, there were serious problems with flooding, since the first year working there it was not very successful, which is why we decided to apply the system in another plot and were waiting for the technician, but he didn’t come back again”.⁹

The relationship between technicians and producers that the CA system left is perceived more as a seller-buyer relationship, since the interest

Cuadro 2. Características generales de los agricultores que abandonaron el sistema de AC y sus principales problemas.
Table 2. General characteristics of farmers who abandoned the CA system and their main problems.

Agricultor	Municipio / Estado	Régimen de humedad	Superficie (ha)	Edad (años)	Años con AC	Principales problemas
A-D	Tlanalapa, Hidalgo	Temporal	180.0	54	3	<ul style="list-style-type: none"> • Libre pastoreo • Falta de acompañamiento técnico
B-D	Mineral de la Reforma, Hidalgo	Riego	4.5	48	1	<ul style="list-style-type: none"> • Inundación • Falta de acompañamiento técnico • Establecimiento de AC en parcela rentada
C-D	Atotonilco el Grande, Hidalgo	Temporal	30.0	58	1	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de AC en parcela rentada • Falta de acompañamiento técnico
D-D	Huasca, Hidalgo	Temporal	105.0	45	1	<ul style="list-style-type: none"> • El dueño de la parcela no practica la agricultura, falta de apropiación de tecnología • Las actividades agrícolas lo realizaban los técnicos o los trabajadores.
E-D	Santiago de Anaya, Hidalgo	Riego	38.0	82	1	<ul style="list-style-type: none"> • El dueño de la parcela no practica la agricultura, falta de apropiación de tecnología • Las actividades agrícolas las realizaban los técnicos y los trabajadores
F-D	Ajacuba, Hidalgo	Temporal	2.5	37	1	<ul style="list-style-type: none"> • Conflicto con el técnico • Problemas de control de malezas • Mayor uso de herbicidas
G-D	Jocotitlán, Edo. de México	Temporal	60.0	63	1	<ul style="list-style-type: none"> • Robo de residuos • Libre pastoreo • Falta de acompañamiento técnico

Fuente: elaboración con datos propios recabados con los agricultores del Hub de Valles Altos Maíz. ♦ Source: authors' elaboration with their own data, collected with farmers from Hub de Valles Altos Maíz.

la parcela donde se estableció la agricultura de conservación se tenían serios problemas de inundación, pues el primer año que se trabajó no se tuvo mucho éxito, por lo que decidimos aplicar el sistema en otra parcela y estuvimos esperando al técnico, pero ya no regresó”⁹.

La relación de los técnicos con los productores que dejaron el sistema de AC se percibe más como una relación de vendedor-comprador, en virtud de que el interés de los técnicos encargados de la asistencia técnica en ese momento estaba enfocado a la venta de insumos (semillas, herbicidas, insecticidas y fungicidas). Mientras los productores consumían sus productos, recibían algunos consejos técnicos, pero en el momento en que dejaban de comprar, se perdía el interés de los técnicos en darles seguimiento.

of technicians in charge of technical assistance at the time was focused on the sale of inputs (seeds, herbicides, insecticides and fungicides). As long as producers consumed their products, they would receive some technical advice, but as soon as they ceased to purchase, technicians lost interest in continuing to help them.

Conflict in the use of stubble for coverage and fodder

Two of the seven farmers abandoned the CA system over problems with free grazing. The zone where this problem was present is located in the municipalities of Tlanalapa and Jocotitlán, in the

Conflicto en el uso del rastrojo para cobertura y forraje

Dos de los siete agricultores abandonaron el sistema de AC por problemas de libre pastoreo. La zona donde se presentó este problema se ubica en los municipios de Tlanalapa y Jocotitlán, de los estados de Hidalgo y México. En la zona las tierras son de propiedad ejidal, lo que da el derecho a los agricultores con ganado de aprovechar el residuo que queda después de la cosecha para alimentar a sus animales. Los agricultores comentaron que es difícil controlar la práctica de pastoreo libre. Como uno de ellos comenta: "...yo trabajé tres años seguidos con el sistema de agricultura de conservación, pero fue difícil de poder dejar el residuo, ya que aquí en el pueblo se permite el libre pastoreo por ser tierras de propiedad ejidal"¹⁰. Otra causa emergente de pérdida de rastrojo, mencionado por un agricultor, es el robo del residuo.

Los agricultores que abandonaron el sistema y tienen animales, utilizan el rastrojo como forraje de sus propios animales y, cuando hay excedente o los productores no tienen animales, venden el rastrojo a otros vecinos o a intermediarios. Esto contribuye a aumentar los ingresos.

Establecimiento de la AC en parcelas rentadas

El establecimiento de la AC en parcelas rentadas es otra causa por la cual dos de los siete productores no adoptaron el sistema. Los acuerdos de renta de parcelas se hacen de manera verbal, razón por la cual los agricultores tienen el temor de que le aumenten el costo de la renta, o la pérdida de la parcela si ellos invierten en mejorar la calidad del suelo. Debido a la inseguridad sobre el uso de la parcela, los agricultores prefieren practicar el sistema de AC en terrenos propios, como comentó un agricultor: "se había establecido el sistema de agricultura de conservación en una parcela que yo rentaba, pero al ver las ventajas decidí cambiarla a una parcela propia"¹¹.

Desinterés del productor hacia la AC

Otra causa de abandono fue la falta de interés del productor hacia la tecnología. Dos agricultores entrevistados mencionaron no tener conocimientos sobre el sistema de AC, en virtud de que fue introducido y manejado por el técnico y los trabajadores en la parcela

states of Hidalgo and México. In the zone, lands are of *ejido* property, which gives farmers who own livestock the right to use residues that remain after the harvest to feed their animals. The farmers stated that it is difficult to control the practice of free grazing. As one of them mentions: "...I worked for three years straight with the conservation agriculture system, but it was difficult to be able to leave the residue, since here in town free grazing is allowed on lands that belong to the *ejido*".¹⁰ Another emerging cause for stubble loss, mentioned by a farmer, is stealing of the residue.

Farmers that abandoned the system and have animals use the stubble as fodder for their own animals, and, when there is surplus or the producers do not have animals, they sell the stubble to other neighbors or intermediaries. This contributes to increase income.

Establishment of CA in rented plots

The establishment of CA in rented plots is another cause why two of the seven producers did not adopt the system. Agreements for renting plots are made verbally, reason why farmers have the fear that the cost of the rent will be increased, or that they will lose the plot if they invest in improving the quality of the soil. Due to the insecurity regarding the use of the plot, farmers prefer to practice the CA system in lands of their own, as a farmer stated: "the conservation agriculture system had been established in a plot that I rented, but when I saw the advantages I decided to change it to a plot of my own".¹¹

Lack of interest towards CA by producers

Another cause for abandonment was the lack of interest by the producer toward the technology. Two farmers interviewed mentioned not having knowledge about the CA system, since it was introduced and managed by the technician and the workers in the producer's plot. In both cases agriculture is not the primary activity of the owners of the plot, which is why they do not show any interest in the technology. There is no trend for a type of producer or towards a specific production system, since the ages are 45 to 82, the plots are rainfed and irrigation based, and, depending on the surface, they correspond to medium (38 ha) and large (105 ha) producers.

del productor. En ambos casos la agricultura no es la actividad principal de los dueños de la parcela, por lo que no muestran interés en la tecnología. No hay una tendencia hacia algún tipo de productores o hacia un sistema de producción específico, ya que las edades son de 45 y 82 años, las parcelas son de temporal y de riego, y con base en la superficie corresponden a productores medianos (38 ha) y grandes (105 ha).

DISCUSIÓN

La discusión sobre factores de la adopción y abandono del sistema de AC se analiza en en cinco temas: implicaciones del manejo de la AC, asistencia técnica, precio de insumos en relación con precio de productos agrícolas, actitud de productores frente al riesgo, y conflicto de intereses en el uso de rastrojo (Cuadro 3).

Implicaciones del manejo de la AC

El manejo de la AC requiere de conocimientos especializados, por lo que no es fácil manejarla cuando se carece de ellos. Si el manejo se hace correctamente en el momento oportuno, se pueden obtener múltiples beneficios, los cuales han sido referidos principalmente por productores que adoptaron el sistema. Si se hace mal manejo del sistema, por falta

DISCUSSION

The discussion over adoption and abandonment factors for the CA system are analyzed in five themes: implications of CA management, technical assistance, price of inputs with regards to the price of agricultural products, attitude of producers when facing risk, and conflict of interest in the use of stubble (Table 3).

Implications of CA management

Management of CA requires specialized knowledge, which is why it is not easy to handle when it are lacking. If management is performed correctly at the opportune moment, multiple benefits can be obtained, which have been referred primarily by producers who adopted the system. If the system is ill managed, because of lack of time or knowledge, the effects – for instance in yields or weeds – can be even more negative than in the traditional system.

Technical assistance

The study was carried out almost four years after the CA system was implemented in México's High Valleys. However, six of the seven producers interviewed who abandoned the system only

Cuadro 3. Elementos clave para la adopción de la AC, considerando factores de adopción y abandono.
Table 3. Key elements for the adoption of CA, considering adoption and abandonment factors.

Factores de adopción	Factores de abandono	Elementos clave para la adopción de tecnologías
Mejoramiento de la textura, fertilidad y conservación de la humedad en el suelo	Problemas de control de malezas	Implicaciones del manejo de la AC
Permanencia del acompañamiento técnico	Falta de acompañamiento técnico	Asistencia técnica
Reducción de costos de producción	Mayor uso de herbicidas	Precio de insumos en relación con el precio de productos agrícolas
Establecimiento de AC en parcelas propias	Establecimiento de la AC en parcelas rentadas, con características no aptas Desinterés del productor	Actitud de productores frente al riesgo
Mayor control del manejo de rastrojo	Libre pastoreo Robo del residuo Uso del rastrojo para alimentación de los animales	Conflicto de intereses en el uso de rastrojo

de tiempo o conocimientos, los efectos, por ejemplo en rendimientos o malezas, pueden ser incluso más negativos que en el sistema tradicional.

Asistencia técnica

El estudio se realizó a casi cuatro años de haber iniciado con el sistema de AC en los Valles Altos de México. Sin embargo, seis de los siete productores entrevistados que abandonaron el sistema, solamente lo implementaron durante un ciclo agrícola. El acompañamiento técnico fue un factor decisivo. Todos los productores estaban dispuestos a continuar con el sistema, incluso cuatro de los siete adquirieron sembradoras de maíz para siembra directa, pero la razón más fuerte para no continuar fue la falta de acompañamiento técnico. Resultados similares encontró Jaramillo Villanueva (1995) en Guanajuato, donde menciona que la falta de entrenamiento para obtener nuevo conocimiento fue causa de abandono.

El objetivo de algunas tiendas de agroquímicos, es dar seguimiento y asistencia técnica sin ningún costo a productores que representan clientes potenciales o actuales para ellos, o a productores que están probando semillas o productos nuevos y que es interés de las empresas conocer los resultados. Los despachos que dan el servicio de asistencia técnica ponen más atención a aquellos productores que de alguna manera la pagan a través de los paquetes tecnológicos y en forma de recomendaciones. La asistencia técnica a través de los despachos cuya actividad principal es la venta de insumos no representa la mejor opción, en virtud de que la asistencia técnica es lineal y se basa en recomendaciones. No considera la experiencia y participación de los productores, cuando esto es fundamental para que desarrollen sus capacidades.

Precio de insumos en relación con el precio de productos agrícolas

La percepción de los productores que abandonaron el sistema de AC es que esta tecnología requiere mayor cantidad de herbicidas que el sistema tradicional debido a que ya no se mueve el suelo, lo cual coincide con lo encontrado por Erenstein y Cadena (1997) quienes mencionan que la adopción del componente laboreo implica un mayor uso de herbicidas. Al mismo tiempo consideran que el precio de los insumos está aumentando constantemente, lo que

implemented it during one agricultural cycle. The technical accompaniment was a decisive factor. All the producers were willing to continue with the system, and four out of seven even purchased maize sowers for direct sowing, but the strongest reason to cease to continue was the lack of technical accompaniment. Similar results were found by Jaramillo Villanueva (1995) in Guanajuato, where the lack of training to obtain new knowledge was mentioned as the cause for abandonment.

The objective of some stores for agrochemicals is to follow up and provide technical assistance without cost to producers who represent potential or current clients for them, or to producers who are trying out the seeds or new products, and are of interest for the companies to learn about their results. The companies that provide the service of technical assistance pay more attention to the producers that somehow pay for the technical assistance, through the technological packages and in the form of recommendations. Technical assistance through companies whose main activity is the sale of inputs does not represent the best option, since the technical assistance is linear and based on recommendations. It does not take into account the experience and participation of producers, although this is fundamental for them to develop their capacities.

Price of inputs with regards to the price of agricultural products

The perception by producers who abandoned the CA system is that this technology requires a greater amount of herbicides than the traditional system because the soil is not shifted anymore, which coincides with findings by Erenstein and Cadena (1997), who mention that the adoption of the tilling component implies a greater use of herbicides. At the same time, they consider that the price of inputs is constantly increasing, which makes production more expensive; however, they do not consider it a cause for abandonment, as Jaramillo Villanueva (1995), Wall (2007) and Erenstein *et al.* (2012) point out, mentioning that this increase in the use of herbicides during the first years is a limiting factor of CA.

Both the producers who abandoned the CA system and those who continue with it do not have a defined market for commercialization of their products. The producers who adopted the system have confidence

encarece la producción; sin embargo; no lo consideran una causa de abandono como lo señala Jaramillo Villanueva (1995), Wall (2007) y Erenstein *et al.* (2012), quienes mencionan que ese aumento de uso de herbicidas en los primeros años es una limitante de la AC.

Tanto los productores que abandonaron el sistema de AC como aquellos que lo continúan, no tienen un mercado definido para la comercialización de sus productos. Los productores que adoptaron el sistema tienen confianza en que la AC mejora la fertilidad del suelo, por lo que se estaría reduciendo un poco el uso de fertilizantes. Habrá un mejor control de malezas a largo plazo, lo que reduciría el uso de herbicidas. Los productores que han practicado por más de cuatro años el sistema de AC consideran que han logrado un ligero aumento en el rendimiento.

Cadena (1995) refiere que las políticas públicas y los subsidios a insumos son dos de los grandes factores para adoptar la AC. Esto coincide con los resultados encontrados en este estudio, ya que los subsidios fueron un factor importante para adoptarla.

Los productores que cuentan con parcelas demostrativas de AC piensan que la participación de las autoridades locales ayudar a aumentar y apoyar la adopción de la AC a través de acuerdos locales. Por ejemplo, las autoridades pueden contribuir al respaldo en la gestión de maquinaria e implementos, compras consolidadas de insumos, comercialización de los productos y la búsqueda del acompañamiento técnico necesario para la AC.

Actitud de productores frente al riesgo

Para probar y experimentar nuevas tecnologías agrícolas los agricultores en los Valles Altos de México la aplican en una parcela donde se reduce el riesgo a su economía. De manera empírica, la mayoría de los productores conocen el potencial productivo de las parcelas que trabajan y saben cuáles son la mejor y la peor parcela. Por ello se sienten más seguros manejando sus mejores parcelas con la tecnología que conocen. Esto explica por qué los productores que abandonaron el sistema habían establecido la AC en parcelas rentadas con problemas de inundación, alejadas de la población, o de baja productividad. Estos resultados coinciden con los de Nieuwkoop *et al.* (1994) y Wall (2007), quienes mencionan que los dueños de la tierra adoptaron más que los que rentaban.

in that CA improves soil fertility, which is why the use of fertilizers would be somewhat reduced. There would be better control of weeds in the long run, reducing the use of herbicides. Producers who have practiced the CA system for more than four years consider that they have attained a slight increase in yield.

Cadena (1995) refers that the public policies and subsidies to inputs are two of the big factors for CA adoption. This coincides with the results found in this study, since the subsidies were an important factor for the adoption.

The producers who have demonstrative CA plots think that the participation of local authorities helps to increase and support CA adoption, through local agreements. For example, the authorities can contribute by supporting in the negotiation for machinery and implements, consolidated input purchases, and commercialization of the products, and by seeking the necessary technical accompaniment for CA.

Attitude of producers when facing risk

To test and experiment with new agricultural technologies, farmers in Mexico's High Valleys apply it in a plot where the risk to their economy is reduced. Empirically, most of the producers understand the productive potential of the plots they farm and they know which are the best and the worst plot. Therefore, they feel more secure managing their best plots with the technology they already know. This explains why the producers who abandoned the system had established CA in rented plots with flooding problems, far from the town or of low productivity. These results agree with those by Nieuwkoop *et al.* (1994) and Wall (2007), who mention that land owners adopted more than those who rented.

Rented plots are, in the short term, what allows farmers to experiment or test a new technology. For CA, the benefits are more evident in the medium and long term. Therefore, when the farmer understands and is convinced by the system, he prefers to use it in his own plot. This could be a limiting factor in Mexico's High Valleys, where a large part of plots used for agriculture are rented, without any formal document that protects the temporary use of the plot.

Las parcelas rentadas son, a corto plazo, lo que facilita a los agricultores experimentar o probar una nueva tecnología. Para la AC los beneficios son más evidentes a mediano y largo plazo. Por eso, cuando el agricultor conoce y se convence del sistema, prefiere hacerlo en su propia parcela. Esto podría ser un factor limitante en los Valles Altos de México, donde gran parte de las parcelas usadas para la agricultura son rentadas, sin ningún documento formal que ampare el uso temporal del predio.

Conflicto de intereses en el uso del rastrojo

El uso tradicional del rastrojo para la alimentación de los animales o venta como forraje, representa un problema para la AC. Esto es más evidente cuando los factores climáticos afectan el rendimiento de grano. Para muchos productores la única forma de recuperar algo de lo invertido es vendiendo parte de la planta de maíz, ya sea en forma de silo o empacada.

Los productores que dejaron el sistema están conscientes de las ventajas de dejar el rastrojo sobre la superficie del suelo, sin embargo su permanencia no está garantizada, debido a que está expuesta a pérdidas principalmente por el pastoreo, el viento, la quema y el robo. Para algunos agricultores el libre pastoreo fue la causa del abandono de la AC, lo cual coincide con lo reportado por Nieuwkoop *et al.* (1994), Cadena (1995), Wall (2007), Kassam *et al.* (2009) y Erenstein *et al.* (2012).

Los agricultores que continúan con AC, y también los que la abandonaron, complementan la agricultura con la ganadería. De la agricultura utilizan el rastrojo para sus animales, y cuando el precio del grano es bajo, algunos utilizan el grano para alimentar a sus animales y de esta manera obtienen mayor beneficio. De la ganadería utilizan el estiércol para abonar y mejorar sus suelos, y con el dinero de la venta de sus animales compran los insumos que se requieren en la agricultura.

Los productores piensan que el hecho de reclamar el rastrojo a los dueños de los animales que pastorean libremente, genera un conflicto personal, razón por la cual prefieren sea a través de las autoridades locales. Merino y Martínez (2009) mencionan que los gobiernos locales son determinantes en la organización comunitaria, que exige altos niveles de acción colectiva. Esto ayudaría a establecer reglas para el pastoreo.

Con respecto al régimen de humedad, los agricultores con parcelas de riego tienden a una mayor

Conflict of interests in the use of stubble

The traditional use of stubble for animal food or for sale as fodder represents a problem for CA. This is more evident when climate factors affect the grain yield. For many producers the only way of recovering some part of what was invested is to sell part of the maize plant, whether in silo or packed.

Producers who left the system are aware of the advantages of leaving the stubble on the soil surface; however, its permanence is not guaranteed, because it is exposed to losses mainly from grazing, the wind, burning and theft. For some farmers free grazing was the cause for abandonment of CA, which coincides with reports by Nieuwkoop *et al.* (1994), Cadena (1995), Wall (2007), Kassam *et al.* (2009) and Erenstein *et al.* (2012).

Farmers who continue with CA, and also those who abandoned it, complement agriculture with livestock production. From agriculture, they use the stubble for their animals, and when the price of grain is low, some use the grain to feed their animals and obtain a greater benefit this way. From livestock production, they use manure to fertilize and improve their soils, and with the money from sales of their animals they purchase the inputs required for agriculture.

Producers think that claiming stubble from animal owners that graze freely generates a personal conflict, reason why they prefer it to be through local authorities. Merino and Martínez (2009) mention that local governments are determinant for community organization, since it demands high levels of collective action. This would help to establish rules for grazing.

With regards to the humidity regime, farmers with irrigation plots tend to adopt the system more, and producers with rainfed plots are more likely to abandon it. This trend is related to the availability of fodder, so that for farmers with access to irrigation it is easier to obtain fodder, in contrast with farmers who only have rainfed conditions.

CONCLUSIONS

The farmers who adopted and those who abandoned the CA system coincided on the benefits in improving fertility, conservation of soil humidity

adopción del sistema y los productores con parcelas en temporal son más propensos a abandonarlo. Esta tendencia está relacionada con la disponibilidad de forraje, de tal manera que para los agricultores con acceso a riego es más fácil obtener forraje en comparación con los agricultores que solo tienen temporal.

CONCLUSIONES

Los agricultores que adoptaron y los que abandonaron el sistema de AC coincidieron sobre los beneficios en el mejoramiento de la fertilidad, conservación de la humedad del suelo y del ahorro económico que se tiene al disminuir labores agrícolas. Se puede concluir que el abandono es atribuible a aspectos económicos y a factores que tienen que ver con el manejo técnico del sistema.

Dentro de los factores de adopción y abandono del sistema de AC, el acompañamiento técnico fue uno de los principales factores que marcó la diferencia en adoptar o no la tecnología. La asistencia técnica que demandan estos productores no se podría cubrir a través de los despachos que combinan asistencia técnica con venta de insumos, en virtud de que la tendencia de sus clientes son productores medianos a grandes. Es importante invertir en sistemas de extensión que no sean basados exclusivamente en el sector privado, porque no tienen el interés de prestar servicio de asistencia técnica si no hay remuneración económica.

El aumento de la tendencia a rentar parcelas agrícolas en la región de estudio puede convertirse en un obstáculo para extender el sistema de AC. Esto evidencia la necesidad de regular y formalizar el uso del suelo, para que el productor que trabaje las parcelas tenga las garantías y condiciones necesarias para implementar tecnologías sustentables, sin la incertidumbre de perder el derecho de uso de la parcela por un aumento en el precio de la renta.

El uso del rastrojo como alimento principal para el ganado es una causa importante de abandono del sistema de AC. Esto subraya la necesidad de establecer políticas y estrategias integrales de manejo y uso de residuos de cosecha que establezcan acuerdos locales, reglas sobre el libre pastoreo, ordenamiento del territorio, talleres de sensibilización, y capacitación sobre manejo óptimo del ganado, por mencionar algunos. Al mismo tiempo hay que considerar la situación de los pastores y el papel de la ganadería

and economic savings that there are when decreasing tilling. It can be concluded that the abandonment is attributable to economic aspects and factors that have to do with the technical management of the system.

Within the factors for adoption and abandonment of the CA system, technical accompaniment was one of the main factors that marked the difference between adopting the technology or not. The technical assistance that these producers demand could not be covered through the companies that combine technical assistance with input sale, since the tendency of their clients is medium to large. It is important to invest in systems for agricultural extensions that are not based exclusively on the private sector, because they are not interested in providing the service of technical assistance if there is no economic remuneration.

The increase in the tendency to rent agricultural plots in the study region can become an obstacle to extend the CA system. This reveals the need to regulate and formalize land use, so that the producer who works on the plots can have the necessary guarantees and conditions to implement sustainable technologies, without the uncertainty of losing the right to use the plot over an increase in the price of the rent.

The use of stubble for primary food for livestock is an important cause for abandoning the CA system. This underlines the need to establish policies and integral strategies for management and use of harvest residues, to establish local agreements, rules for free grazing, territorial zoning, workshops to increase awareness, and training for the optimal management of livestock, to mention a few. At the same time the situation of shepherds should be considered, and the role of livestock production in their income, with the aim of finding solutions that improve the level of all participants in a community without negatively affecting any group of people. Given the importance of stubble for livestock, expanding local research and experimentation can also be considered, with coverage crops to improve the soil and to obtain more fodder, particularly in irrigation zones or those with sufficient residual humidity.

The establishment of demonstrative CA plots has been done in an individual manner and the local authorities have not been involved formally in the negotiation process. For communities where local

en su ingreso, con el fin de encontrar soluciones que mejoren el nivel de todos los participantes de una comunidad sin afectar negativamente a algún grupo de personas. Dada la importancia del rastrojo para el ganado, también se puede considerar extender la investigación y experimentación local con cultivos de cobertura para mejorar el suelo y para obtener más forraje, especialmente en zonas de riego o con suficiente humedad residual.

El establecimiento de las parcelas demostrativas de AC ha sido de manera individual y no se ha involucrado a las autoridades locales de manera formal en el proceso de gestión. Para comunidades donde prevalecen usos y costumbres, es muy importante involucrar a las autoridades; esto podría ayudar a resolver problemas como la quema o libre pastoreo, y difundir más rápido las tecnologías sustentables. Puesto que los beneficios del sistema se reflejan a mediano y largo plazo, el derecho sobre la tierra deberá considerarse también como un prerrequisito para iniciar con el sistema de AC. Antes de soluciones a través de políticas públicas, se podría pensar también en soluciones a nivel local o ejidal.

NOTAS

³Según Jiménez *et al.* (2004) la labranza de conservación es definido como un sistema en que se dejan los residuos de la cosecha en la superficie del suelo combinado con una labranza mínima/reducida o ningún tipo de labranza. ♦ According to Jiménez *et al.* (2004), conservation farming is defined as a system where harvest residues are left on the soil surface, combined with minimal/reduced tilling or no type of tilling.

⁴Revista EnlACe, Año 2, No. 1. Abril de 2011. ♦ Revista EnlACe, Año 2, No. 1. Abril de 2011

⁵Comunicación personal, 26 de Octubre de 2011. ♦ Personal communication, October 26, 2011.

⁶Comunicación personal, 23 de Agosto de 2011. ♦ Personal communication, August 23, 2011.

⁷Comunicación personal, 25 de agosto de 2011. ♦ Personal communication, August 25, 2011.

⁸En caso de que los agricultores no compren los insumos al despacho, los técnicos dan el seguimiento en horas no laborables y lo hacen más por un compromiso moral por haber tomado el curso del Técnico Certificado impartido por el CIMMYT. ♦ In the case that farmers do not purchase inputs

customs prevail, it is very important to bring in the authorities; this could help to solve problems such as burning or free grazing, and to spread sustainable technologies faster. Given that the benefits of the system are reflected in the medium and long term, the right over land should also be considered as a prerequisite to begin with the CA system. Before thinking of solutions through public policies, it would be useful to think also of solutions at the local or *ejido* level.

Acknowledgments

We thank the initiative *Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional* (MasAgro) and the *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación* (SAGARPA) for financing the research. We also thank Dagoberto Flores, Carolina Camacho, Alfredo González, Ricardo Romero, Bram Govaerts, Jonathan Hellin, Fernando Delgado, Adriana Orozco, Francisco López Olguín and José Luis Salgado for their valuable contributions, commentaries and support during the research. Finally, our gratitude to the farmers for the information provided.

- End of the English version -

from the company, the technicians provide follow-up during non-working hours and they do it more as a result of a moral commitment from having received the course of Certificate Technician by CIMMYT.

⁹Comunicación personal, Agosto 2011. ♦ Personal communication, Agosto 2011.

¹⁰Comunicación personal, Agosto 2011. ♦ Personal communication, Agosto 2011.

¹¹Comunicación personal, Agosto 2011. ♦ Personal communication, Agosto 2011.

Agradecimientos

Agradecemos a la iniciativa *Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional* (MasAgro) y a la *Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación* (SAGARPA) por el financiamiento de la investigación. De la misma manera agradecemos a Dagoberto Flores, Carolina Camacho, Alfredo González, Ricardo Romero, Bram Govaerts, Jonathan Hellin, Fernando Delgado, Adriana

Orozco, Francisco López Olgún y José Luis Salgado por sus valiosas aportaciones, comentarios y apoyos en la investigación. Finalmente enviamos nuestros agradecimientos a los productores por la información proporcionada.

LITERATURA CITADA

- Cadena, Pedro. 1995. Del azadón a la labranza de conservación: La adopción de la labranza de conservación en dos comunidades de la Sierra Madre de Chiapas. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillo México.
- Derpsch, Rolf, Theodor Friedrich, Amir Kassam, and Li Hongwen. 2010. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*. Vol. 3, Núm. 1, March 2010.
- Enlazando al sector Agrícola con la Agricultura de Conservación. 2011. Edición Especial. *Revista EnLACe*. Año 2, Núm. 1, Abril 2011.
- Erenstein, Olaf, y Pedro Cadena. 1997. La adopción de la labranza de conservación en un sistema de cultivo en ladera en Motozintla, Chiapas. Documento del NRG 97-01 Es. México, D.F.: CIMMYT.
- Erenstein, Olaf, Ken Sayre, Patrick Wall, Jon Hellin, and Jon Dixon. 2012. Conservation Agriculture in Maize- and Wheat-Based Systems in the (Sub)tropics: Lessons from Adaptation Initiatives in South Asia, Mexico, and Southern Africa. *Journal of Sustainable Agriculture*. Vol. 36, Núm. 2, May 2012.
- Giller, Ken E., Ernst Witter, Marc Corbeels, and Pablo Tittonell. 2009. Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view. *Field Crops Research*. Vol. 114, Núm. 1, June 2009.
- Govaerts, Bram, Ken Sayre and Jozef Deckers. 2005. Stable high yields with zero tillage and permanent bed planting. *Field Crops Research* Vol. 94, Núm. 1, April 2004.
- Govaerts, Bram, Ken D. Sayre, Bart Goudeseune, Pieter De Corte, Kelly Lichter, Luc Dendooven, and Jozef Deckers. 2009. Conservation agriculture as a sustainable option for the central Mexican highlands. *Soil and Tillage Research*. Vol. 103, Núm. 2, May 2008.
- Hobbs, Peter R. 2007. Conservation agriculture: What is it and why is it important for future sustainable food production? *Journal of Agricultural Science*. Vol. 145, Núm. 2, 2007.
- Hobbs, Peter R., Ken Sayre, and Raj Gupta. 2008. The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*. Vol. 363, Núm. 1491, July 2007.
- Jaramillo Villanueva, Jose Luis, 1995. Determinación de los niveles de ganancia y rentabilidad de la tecnología de labranza de conservación en la producción de maíz y sorgo. Tesis. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Jiménez González, Carlos A., Luis Humberto Maciel Pérez, Alfonso Peña Ramos, y Adán Castillo Rosales. 2004. Principios y fundamentos de labranza de conservación: Guía para su implementación. Folleto Técnico Núm. 24. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Pabellón. Noviembre 2004.
- Kassam, Amir, Theodor Friedrich, Francis Shaxson, and Jules Pretty. 2009. The spread of Conservation Agriculture: justification, sustainability and uptake. *International Journal of Agricultural Sustainability*. Vol. 7, Núm. 4, 2009.
- Knowler, Duncan, and Ben Bradshaw. 2007. Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research. *Food Policy*. Vol. 32, Núm. 1, January 2006.
- Marenya, P. P., and C. B. Barrett. 2007. Household-level determinants of adoption of improved natural resources management practices among smallholder farmers in western Kenya. *Food Policy*. Vol. 32, Núm. 4, 2007.
- Merino P, L., and A. E. Martínez. 2009. Rights, pressures and conservation in forest regions of México. The results of a survey on the conditions of community forests. Instituto de Investigaciones Sociales. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. México. 29 p.
- Nieuwkoop, M. Van, W. López Báez, A. Zamarripa Moran, R. De la Piedra Constantino, F. J. Cruz Chávez, R. Camas Gómez, J. López Martínez. 1994. La adopción de las tecnologías de labranza de conservación en La Fraylesca, Chiapas. México, DF (México): CIMMYT. 93 p.
- Sommer, Rolf, Patrick C. Wall, and Bram Govaerts. 2007. Model-based assessment of maize cropping under conventional and conservation agriculture in highland Mexico. *Soil and Tillage Research*. Vol. 94, Núm. 1, July 2006.
- Valbuena, D., O. Erenstein, S. Homann-Kee Tui, Abdoulaye, T., Claessens, L., Duncan, A. J., Gérard, B., Rufino, M. C., Teufel, N., A. van Rooyen, and M. T. van Wijk. 2012. Conservation Agriculture in mixed crop-livestock systems: Scoping crop residue trade-offs in Sub-Saharan Africa and South Asia. *Field Crops Research*. Vol.132.
- Wall, P. C., 2007. Tailoring conservation agriculture to the needs of small farmers in developing countries: An analysis of issues. *Journal of Crop Improvement*. Vol. 19, Núm. 1-2, 137-155.