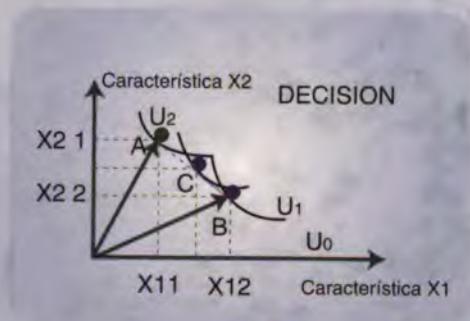


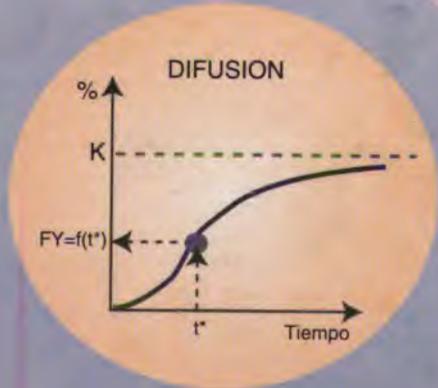
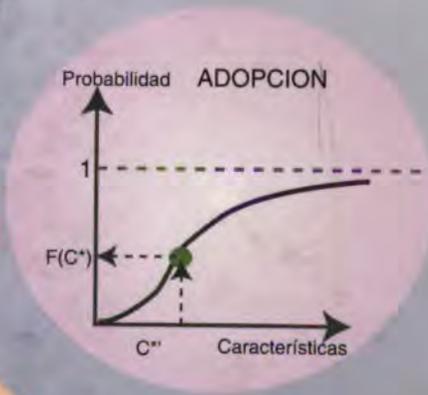
Memoria

LA ADOPCION DE TECNOLOGIAS. LA PERSPECTIVA DEL AGRICULTOR Y SUS IMPLICACIONES PARA LA ELABORACION DE POLITICAS

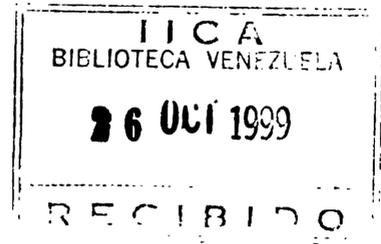
1-3 de diciembre de 1997
San José, Costa Rica



Editor:
Gustavo Sain







Memoria

LA ADOPCION DE TECNOLOGIAS. LA PERSPECTIVA DEL AGRICULTOR Y SUS IMPLICACIONES PARA LA ELABORACION DE POLITICAS

1-3 de diciembre de 1997
San José, Costa Rica

Editor:
Gustavo Sain



BMZ

00004358

© Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
Julio, 1999.

Derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin autorización escrita del IICA.

Las ideas y los planteamientos contenidos en los artículos firmados son propios de los autores y no representan necesariamente el criterio del IICA.

Seminario-Taller: La Adopción de Tecnologías: las Perspectivas del Agricultor y sus Implicaciones para la Elaboración de Políticas (1997 : San José, C.R.)

Memoria del seminario / ed. por Gustavo Sain – San José, C.R. : CIMMYT. PROFRIJOL : PASOLAC : IICA, 1999.

350 p. ; 28 cm.

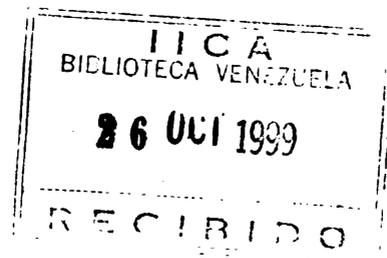
ISBN 92-9039-406 4

1. Adopción de innovaciones – Agricultores. I. Sain, Gustavo.
II. CIMMYT. PROFRIJOL. III. PASOLAC. IV. IICA. V. Título.

AGRIS
E14

DEWEY
338.16

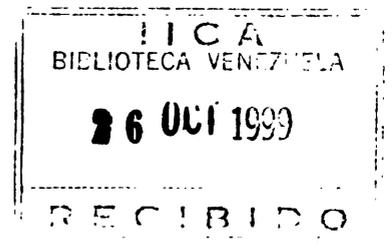
Julio, 1999
San José, Costa Rica



INDICE

Agradecimientos	5
Lista de siglas y abreviaturas	7
Lista de autores	9
I. Introducción	11
Antecedentes	11
Organización de la memoria	12
II. Conferencias	15
Introducción a los conceptos de adopción. Difusión y Aceptabilidad.	
Qué son y cómo medirlos? <i>Gustavo Sain</i>	17
La asignación de la tierra en la decisión de adoptar una variedad.	
Una revisión a las alternativas de explicación. <i>Melinda Smale</i>	33
La incorporación del conocimiento "local" del agricultor en los estudios	
de adopción de tecnología. <i>Mauricio R. Bellon</i>	43
Cambio técnico e inversión en investigación agrícola: La experiencia	
latinoamericana. <i>Jorge Ardila</i>	53
La transformación de la agricultura asiática: De los sistemas de producción	
para autoconsumo a los comerciales. <i>Prabhu L. Pingali</i>	71
III. Estudios de Caso	
Semillas Mejoradas	81
Adopción y uso de semilla mejorada por pequeños agricultores en	
el sudeste de Guatemala <i>Gustavo Sain y Julio A. Martínez G.</i>	83
Adopción y uso de semilla mejorada de maíz en cuatro parcelamientos	
de la costa sur de Guatemala. <i>Julio A. Martínez G.</i>	99
Adopción de la variedad CENTA Cuscatleco en la región occidental de	
El Salvador. <i>Abelardo Viana Ruano, Mario A. Contreras y Carlos A. Pérez</i> ...	107
Adopción de la variedad dorado región centro-oriental de Honduras.	
<i>Abelardo Viana, Federico Rodríguez y Danilo Escoto</i>	125
Adopción de las variedades Estelí 90A, 90B y 150 en las Segovias,	
Nicaragua. <i>Abelardo Viana, Roberto Munguía y Luis A. García</i>	137
Impacto de la investigación en frijol Jutiapa, Guatemala 1987-1996.	
<i>Julio A. Martínez y Abelardo Viana Ruano</i>	149
El impacto de la semilla de frijol producida artesanalmente: El caso de	
Coagrosangil (Santander, Colombia). <i>Adrian Maître</i>	163
Adopción de variedades de maíz tolerantes al achaparramiento en la región II	
de Nicaragua. <i>Roberto Munguía, Mario Jauregui y Gustavo Sain</i>	185

Conservación de suelo .....	.211
La medición de la adopción de prácticas de conservación de suelos y agua a través de la evaluación participativa por beneficiarios. La experiencia de PASOLAC. <i>Bismarck Mendoza y Ella Kuan</i> .....	.213
Adopción de prácticas de conservación de suelos y agua en laderas, Cinco Pinos, Chinandega, Nicaragua. <i>Bismarck Mendoza</i> .....	.221
Producción y conservación: Adopción de un paquete tecnológico en Condega, Estelí, Nicaragua. <i>Kai Shrader, Socorro Ulloa y Arturo García Valenzuela</i> .....	.231
El papel de los incentivos en la adopción de tecnologías de agricultura sostenible. El caso Guajiquiro y Opatoro, La Paz, Honduras. <i>Kai Schrader</i> .....	.239
La adopción de la labranza de conservación en el cultivo de maíz, en la región de Azuero, Panamá. <i>Adys Pereira de Herrera y Gustavo Sain</i> .....	.249
La adopción de tecnología de conservación del suelo en El Salvador: Vinculando productividad y conservación. <i>Gustavo Sain y Héctor J. Barreto</i> .....	.271
Leguminosas e investigación en fincas .....	.293
Factores que influyen en la adopción del sistema de abonera en la Costa Atlántica de Honduras. <i>Daniel Buckles y Gustavo Sain</i> .....	.295
Resultados de la investigación en fincas en San Andrés, Panamá. <i>Gustavo Sain y Rubén de Gracia</i> .....	.309
Evaluación de la tecnología agrícola moderna desarrollada por el INIFAP y aplicada en la región de los llanos de Durango. <i>Horacio González Ramírez</i> .....	.329
IV. Problemas y necesidades de investigación percibidas por los participantes .....	.335
Problemas percibidos por los participantes .....	.337
Sobre aspectos conceptuales y metodológicos .....	.337
Sobre los resultados e implicaciones .....	.339
Necesidades de investigación futura y capacitación .....	.340
Necesidades de investigación futura .....	.340
Necesidades de capacitación .....	.340
Conclusiones y recomendaciones .....	.341
Estrategias a mediano y largo plazo .....	.341
Características generales de los estudios .....	.341
Problemas .....	.342
Resumen de la discusión final .....	.342
Anexo .....	.345



AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento a todas las personas e instituciones que mediante su colaboración con el CIMMYT hicieron posible la realización del seminario-taller y la publicación de esta memoria. Debe mencionarse en primer lugar a la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y al Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de la República Federal de Alemania (BMZ) por el generoso financiamiento otorgado que hizo posible la realización de esta actividad.

Asimismo, el Programa Regional de Maíz (PRM), el Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y el Caribe (PROFRIJOL), al Area II: Dirección de Ciencia y Tecnología, Recursos Naturales y Producción Agropecuaria del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC) apoyaron decididamente el esfuerzo de la organización del evento. Finalmente deseamos agradecer a todos los participantes por su colaboración y entusiasmo en el desarrollo de este evento. A Miguel Rojas por su exhaustiva revisión y valiosos aportes al texto.

La organización logística y administrativa del evento estuvo en manos del personal técnico/administrativo de nuestra oficina en Costa Rica, el agradecimiento a Monika Zurek, Economista y a Marlen Montoya Ureña por la coordinación tanto del taller como de esta publicación.

Como es usual, los errores y omisiones remanentes en el documento son de nuestra responsabilidad. Las opiniones expresadas en este trabajo no reflejan necesariamente las del CIMMYT, PRM, PROFRIJOL o PASOLAC.



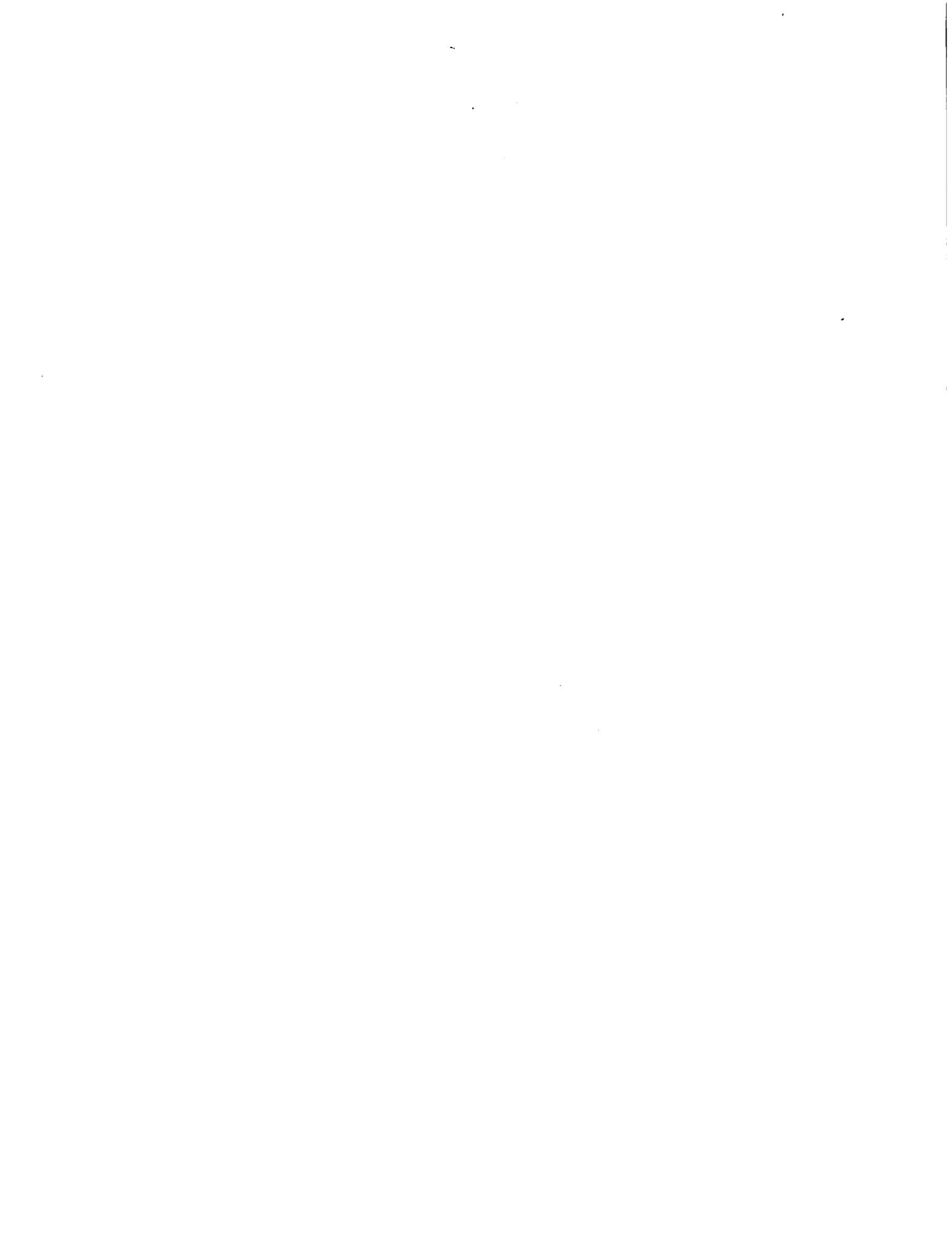
LISTA DE SIGLAS Y ABREVIATURAS MAS USADAS

APCORE	(Tecnologías) Aumentadoras de Productividad y Conservadoras de Recursos
B/C	Relación Beneficio Costo
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CIID	Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo
DICTA	Dirección de Ciencia y Tecnología Agrícola
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CSA	Conservación de suelo y agua
DIGESA	Dirección General de Servicios Agrícolas
EMA	Ensayos Manejados por Agricultores
EPB	Evaluación Participativa por Beneficiarios
G&T	Generación y Transferencia de Tecnologías
GS	Grupo Solidario
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (Guatemala)
IDIAP	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá
IFA	Investigación en Fincas
INIFAP	
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agrícola
INTA	Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria
INTA	Instituto de Transformación Agraria (Guatemala)
Mg	Megagramo (equivalente a la tonelada métrica)
MIDA	Ministerio de Desarrollo Agropecuario
MIP	Manejo Integrado de Plagas
ONG	Organización No Gubernamental
PASOLAC	Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central
PIB	Producto Interno Bruto
PPTGB	Programa de Producción Tecnificada de Granos Básicos
PRM	Programa Regional de Maíz
PROFRIJOL	Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centroamérica, México y el Caribe.

PROTTAPS	Proyecto de Generación y Transferencia de Tecnología Agrícola y Producción de Semilla
SIG	Sistemas de Información Geográfica
SIECA	Secretaría de Integración Económica Centroamericana
SPI	Seguimiento Participativo de Impacto
SRN	Secretaría de Recursos Naturales
P₂O₅	Pentóxido de fósforo
t	Tonelada métrica
TIR	Tasa Interna de Retorno
TMT	Tasa Marginal de Sustitución
USDA/ERS	Departamento de Agricultura de los EE. UU./Servicio de Investigación Económica
VAN	Valor Actual Neto
VM	Variedad Mejorada
VPL	Variedad de Polinización Libre

LISTADO DE AUTORES

Jorge Ardila	Especialista en Ciencia y Tecnología del Area II de la Gerencia Técnica del IICA
Héctor J. Barreto	Agronomo, CIMMYT
Mauricio R. Bellon	Economista, CIMMYT
Daniel Buckles	Oficial principal, CIID
Mario A. Contreras	Investigador en Granos Básicos, CENTA
Rubén de Gracia	Director de Investigación, IDIAP
Danilo Escoto	Investigador, Programa Nacional de Frijol, DICTA
Luis A. García	Coordinador ATP-INTA
Arturo García Valenzuela	Agrónomo, PASOLAC
Horacio González Ramírez	Graduado, Programa de Maestría en Ciencias, Planificación de Empresas y Desarrollo Regional. Instituto Tecnológico de Durango
Mario Jauregui	Consultor, CIMMYT
Elia Kuan	Economista, PASOLAC
Adrian Maître	Antropólogo, PASOLAC
Julio A. Martínez G.	Economista, ICTA
Bismarck Mendoza	Docente, Fac. de Recursos Naturales, Univ. Nacional Agraria (Nicaragua)
Roberto Munguía	Socioeconomista del INTA
Carlos A. Pérez	Socioeconomista, CENTA
Adys Pereira de Herrera	Profesora, Univ. de Panamá, Centro Regional de Azuero
Prabhu Pingali	Director, Programa Economía, CIMMYT
Federico Rodríguez	Investigador Principal, Programa Nacional de Frijol, DICTA
Gustavo Sain	Economista Regional, CIMMYT
Kai Schrader	Geógrafo, PASOLAC
Melinda Smale	Economista, CIMMYT
Socorro Ulloa	Agrónoma, PASOLAC
Abelardo Viana Ruano	Economista Regional de PROFRIJOL



INTRODUCCION

1. Antecedentes

La creciente importancia de la conservación del medio ambiente en la región centroamericana, ha llevado en los últimos 15 años a que las instituciones encargadas de la generación y transferencia de tecnologías pongan un mayor interés en el desarrollo de tecnologías que simultáneamente eleven la productividad del sistema agrícola y conserven la base de recursos tales como suelo, agua y nutrientes (tecnologías APCORE).

A pesar del continuo proceso de generación y transferencia, no existe suficiente información sistematizada sobre la difusión de estas tecnologías en la región. Más aun en muchos casos se cuestiona la eficiencia del aparato institucional de generación y transferencia en términos de su capacidad para alcanzar los objetivos propuestos. La importancia de tener un proceso eficiente no solo radica en términos de ahorro de costos sino también de equidad. Muchas de las tecnologías que son clasificadas como APCORE comparten características que hacen que sus beneficios no puedan ser fácilmente apropiados por lo que la responsabilidad de su generación y transferencia recaen sobre el sector público y ONGs cuyos beneficiarios directos son los campesinos más pobres del sector.

Una forma de aumentar la eficiencia del sistema es retroalimentarlo con información útil sobre los factores que los agricultores toman en cuenta cuando deciden adoptar o no una nueva alternativa tecnológica. Estos factores pueden estar definidos por características particulares de la tecnología o por factores internos y externos que caracterizan a los agricultores.

A medida que se observan los resultados, la necesidad de determinar el grado de adopción de estas nuevas tecnologías así como los patrones de adopción constituyen uno de las principales intereses de las instituciones de investigación y extensión agrícola. Desde hace aproximadamente 5 años, el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), y el Programa Regional de Maíz (PRM) comenzaron un proyecto para estudiar el proceso de adopción de tecnologías dirigidas a mejorar la productividad del cultivo y mejorar la conservación de los recursos naturales incluyendo la biodiversidad. En particular, los objetivos del proyecto son identificar los factores que limitan o promueven la adopción de este tipo de tecnologías y extraer implicaciones para mejorar las circunstancias bajo las cuales los agricultores toman decisiones. Simultáneamente otras instituciones y organizaciones públicas y privadas tales como el Programa Regional de Frijol (PROFRIJOL) y el Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), han comenzado a dirigir esfuerzos hacia el mismo propósito.

Los primeros resultados de estos esfuerzos ya comienzan a ser conocidos a través de publicaciones y presentaciones en diferentes foros de la investigación agropecuaria centroamericana. Este hecho presenta la oportunidad de realizar un trabajo de síntesis de los resultados obtenidos, de sus conclusiones y sus posibles implicaciones para la investigación, extensión y política.

Una de las actividades realizadas con este propósito fue la realización de un taller para discutir y analizar la información compilada hasta el momento. El taller denominado **"Métodos para medir la adopción de nuevas tecnologías. Resumen de experiencias"** se llevó a cabo en la ciudad de San José del 1 al 3 de diciembre de 1997 y estuvo organizado conjuntamente por el CIMMYT, el PRM, el PROFRIJOL y el PASOLAC. La coordinación del evento estuvo a cargo del CIMMYT.

El taller tuvo como objetivos principales: (1) Presentar los estudios de adopción realizados por las diferentes instituciones participantes, (2) Analizar y revisar los resultados, e implicaciones obtenidas de estos estudios, (3) Analizar los problemas y limitaciones de los estudios de adopción, y (4) proporcionar recomendaciones para mejorar la metodología utilizada en los estudios. Para cumplir con estos objetivos, el taller se organizó alrededor de la presentación de una serie de casos de estudio de adopción y la presentación de conferencias sobre aspectos metodológicos. Los estudios de casos, fueron realizados por las diferentes instituciones participantes en los últimos años, eran presentados y posteriormente discutidos en grupos de trabajo. Finalmente, con la exposición de los resultados se realizó un análisis de las percepciones de los participantes de las necesidades de investigación, de desarrollo metodológicos y de capacitación futura. En el Anexo, se presenta el programa del taller.

El taller estuvo principalmente dirigido a los profesionales pertenecientes a las instituciones de investigación involucrados en la realización de estudios de adopción en América Central y México. En total asistieron al taller 44 profesionales pertenecientes a 23 instituciones públicas, y privadas incluyendo ONGs y universidades provenientes de los 7 países involucrados. Cabe enfatizar que entre los participantes se encontraba el Director del Programa de Economía del CIMMYT, el Dr. Prabhu Pingali. En el Anexo se presenta una lista de los participantes en el taller.

2. Organización de la Memoria

En lo que resta de este informe se reporta la memoria del taller. El reporte se organiza en tres partes.

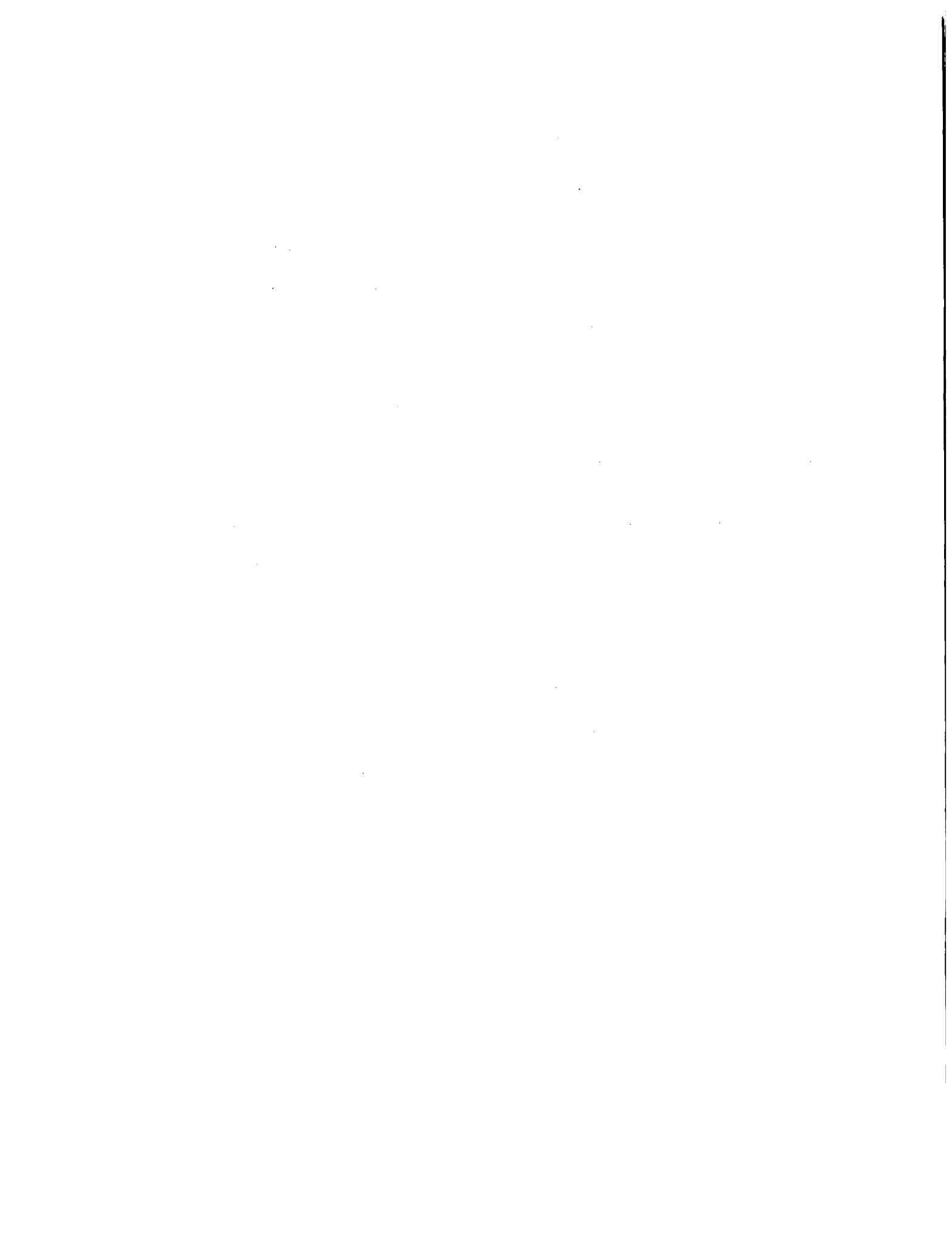
La primera parte, presenta las cinco conferencias presentadas en el taller. Tres de estas conferencias tratan de temas específicos sobre los métodos para medir la adopción de nuevas tecnologías. G. Sain, comienza presentando una introducción a los conceptos de adopción, difusión y aceptabilidad ampliamente usados, a veces en forma incorrecta, en los estudios de adopción e impacto. El énfasis sin embargo, se pone en el concepto de adopción y se presenta un resumen del método de elección cualitativa. Este método sirve de base a los estudios de casos presentados tanto por el PRM como por el PROFRIJOL. M. Smale, a su vez, presenta una revisión breve pero completa de las diferentes explicaciones conceptuales de la adopción parcial, es decir la adopción de una determinada tecnología en solo parte de la superficie asignada al cultivo. Se pone énfasis en la necesidad de desarrollar modelos generales para probar hipótesis alternativas y se

propone que los modelos basados en las demandas por características pueden proveer un marco general para el análisis de la adopción. M. Bellón, argumenta en su presentación sobre la necesidad de incorporar el conocimiento del agricultor¹ en los estudios sobre las decisiones de los agricultores de adoptar o no una nueva tecnología. Las dos conferencias que cierran esta primera parte tienen un carácter más general. En la primera de ellas, J. Ardila presenta un análisis dinámico de la problemática relacionada con la inversión en investigación agrícola en América Latina y su efecto sobre el cambio técnico. Se ilustra el profundo proceso de cambio que está sufriendo el sector de investigación agrícola, y se analizan las posibles implicaciones para el futuro. Se pone énfasis en la importancia que estudios de adopción, e impacto que ilustren la rentabilidad de la inversión en investigación y transferencia de nuevas tecnologías. Finalmente P. Pingali, analiza la transformación de la agricultura asiática con el objeto de extraer algunas lecciones que podrían ser útiles para la agricultura centroamericana.

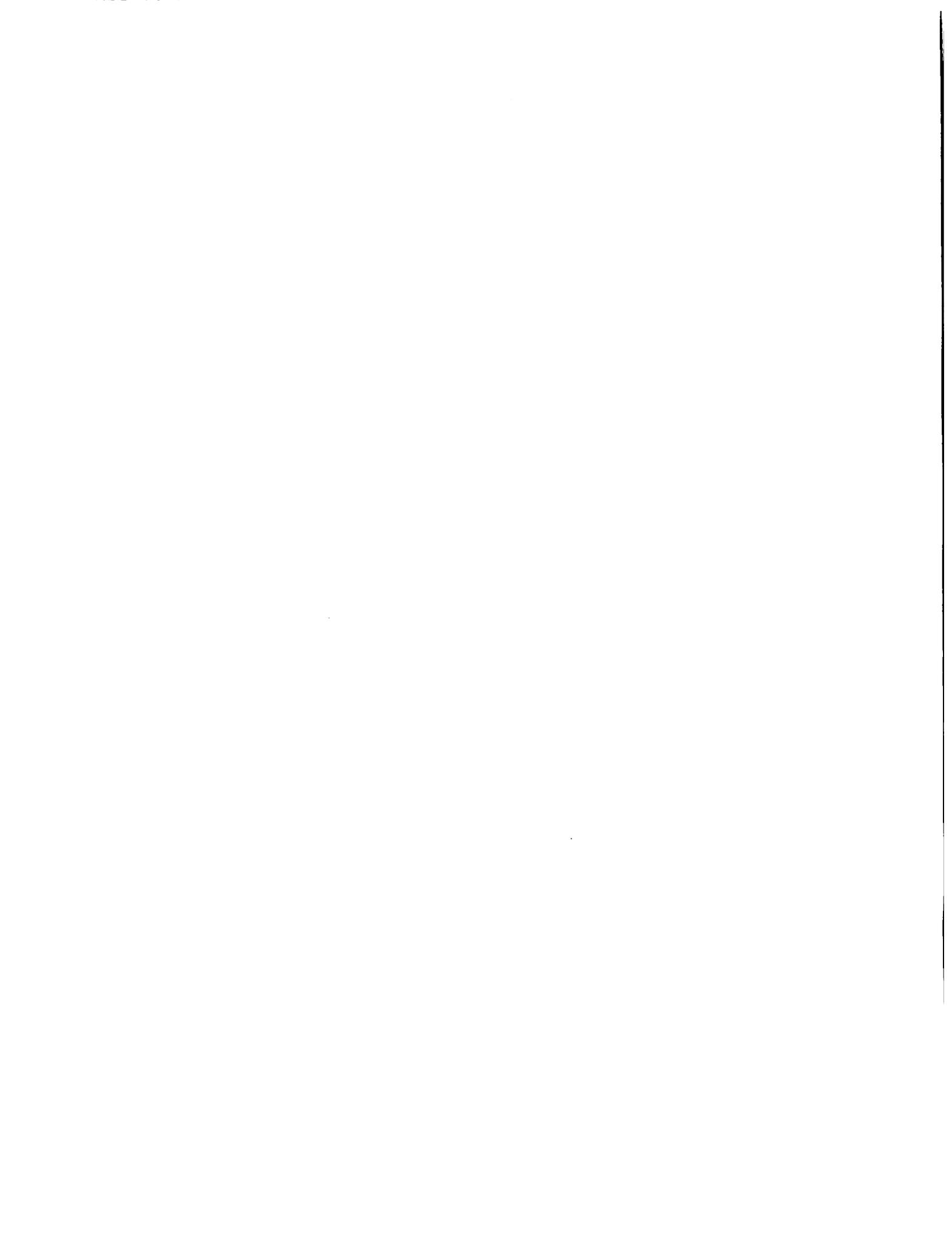
La segunda parte de este reporte agrupa los estudios de casos presentados por las instituciones participantes. Los casos se agrupan de acuerdo con tres tipos de tecnologías cuya adopción se estudia. En primer lugar, se agrupan los estudios donde el cambio técnico consiste en nuevas variedades. En este grupo se presentan tres experiencias realizadas por el PRM; cuatro experiencias realizadas por PROFRIJOL y una experiencia de adopción en Colombia. El segundo grupo de estudios, comienza con una corta nota metodológica por E. Kuan y B. Mendoza sobre la aplicación del método de la evaluación participativa por beneficiarios (EPB) a los estudios de adopción de técnicas de conservación y luego presenta tres estudios de casos realizados por el PASOLAC y dos por el PRM. Finalmente, el tercer grupo de estudios de casos agrupa cuatro estudios donde el cambio tecnológico consistió en técnicas un poco más complejas que aquellas en los grupos anteriores. El PRM presenta dos casos. Uno de ellos analiza un proceso de Investigación en Fincas (IFA) donde el cambio técnico consiste en un complejo de técnicas. Otro el proceso de cambio en la forma de cultivar el maíz por medio de la introducción de una leguminosa en el sistema. Los otros dos casos corresponden a los cambios en la agricultura inducidos por el INIFAP en una región de México, y un caso de adopción del manejo integrado de plagas en El Salvador.

La tercera y última parte de este reporte, presenta un análisis de la discusión sobre las percepciones de los participantes sobre los problemas de los estudios de adopción, y las necesidades futuras de investigación y capacitación sobre el tema.

¹ En toda la memoria el término productor o agricultor se usa en forma neutra para referirse a toda persona quien independientemente de su género tiene como principal actividad económica la agricultura.



CONFERENCIAS



INTRODUCCION A LOS CONCEPTOS DE ADOPCION, DIFUSION Y ACEPTABILIDAD. QUE SON Y COMO MEDIRLOS

Gustavo Sain

1. Introducción

La crisis en el sector público ha llevado a que en los últimos 5 años haya un renovado interés por realizar estudios que documenten la rentabilidad de la inversión de fondos públicos y privados destinados a la generación y transferencia (G&T) de nuevas tecnologías. Este interés ha cristalizado en una buena cantidad de estudios a nivel de campo sobre la evaluación económica del proceso de G&T. Aunque los conceptos de adopción, difusión y aceptabilidad son ampliamente usados en el contexto de estos estudios, todavía existe un cierto nivel de confusión sobre que son, qué miden, cuáles son sus diferencias y cuando se debe usar uno u otro de estos tres conceptos.

El objetivo de este trabajo es presentar una breve explicación de estos conceptos, discutir qué es lo que mide cada uno, como medirlos en forma empírica y su papel dentro del proceso de la evaluación de la inversión en investigación y difusión de nuevas tecnologías. Sin embargo, se pone mayor énfasis, en el concepto de adopción visto como la expresión de la demanda desagregada de la finca por nuevas tecnologías.

Se espera que las ideas expresadas en el trabajo sean de utilidad para aquellos investigadores a nivel de campo que se encuentran trabajando en los temas relacionados con la adopción, difusión y aceptabilidad de nuevas tecnologías.

2. Difusión, Aceptabilidad y Adopción Qué Son y Cómo Medirlas

El Diccionario de la Lengua Española define cada uno de estos conceptos de la manera siguiente (Real Academia Española 1984):

- *Difusión.* Acción y efecto de propagar, divulgar conocimientos, noticias, actitudes, costumbres, modas etc.
- *Aceptabilidad.* Calidad de ser capaz o digno de ser aceptado.
- *Aceptar.* 1) recibir voluntariamente lo que se le da, ofrece o encarga. 2) Aprobar, dar por bueno.
- *Adopción.* Acción de recibir, haciéndolos propios, pareceres, métodos, doctrinas, ideologías, modas, etc., que han sido creados por otras personas o comunidades.

Es decir, los tres conceptos comparten varios principios comunes como es la transferencia de algún elemento entre agentes, y se diferencian en cómo manejan las dimensiones espacial y temporal. A continuación se describen cada uno de ellos con más detalles usando un ejemplo ficticio.

2.1 Difusión

La difusión mide cómo se propaga una nueva tecnología a través **del tiempo** en una región determinada.

En general, la difusión se mide mediante el uso de dos indicadores:

- La evolución de la **proporción de fincas** en una región dada que usan la nueva tecnología.
- Evolución de la **proporción del área total** cultivada en una región dada que es cultivada con la nueva tecnología.

■ Ejemplo 1.

Entre 1990 y 1996 se realizó una encuesta a 5 fincas para determinar el uso de variedades mejoradas de maíz en una región. Los resultados **para un año determinado** se describen en la tabla siguiente.

Area cultivada (ha)					
Finca	Variedad	Total	Con VM	Proporción con VM	
1	M	10	1	0.1	
2	M	2	2	1.0	
3	C	2	0	0.0	
4	M	6	2	0.3	
5	C	5	0	0.0	
Total		25	5		

VM: Variedad mejorada

C: Variedad criolla

Los dos indicadores alternativos del grado de difusión de la variedad mejorada en **un año dado** dan los resultados siguientes:

Proporción de agricultores que usan la nueva variedad: $3/5 = 60\%$

Proporción de la superficie total con la nueva variedad: $5/25 = 25\%$

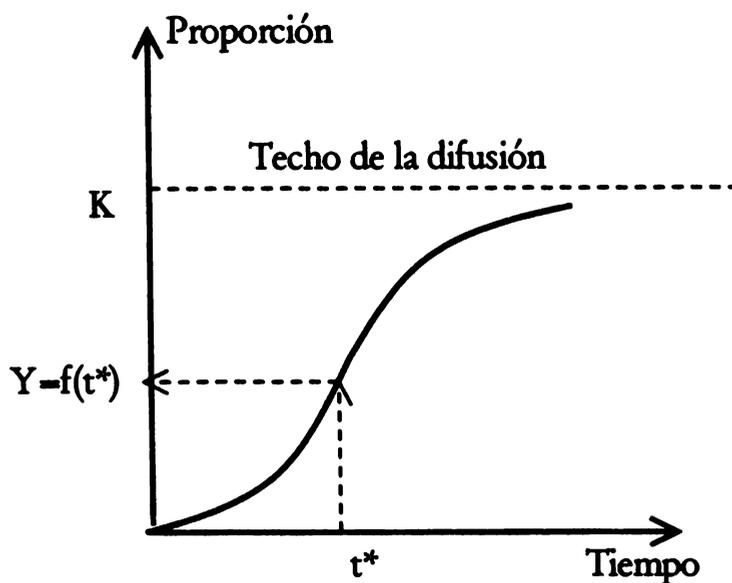
Las dos formas de medir la difusión llevan a conclusiones diferentes. La mayoría de los agricultores usan la variedad mejorada, pero solo un cuarto de la superficie total del área es cultivada con ella. Dado que se pueden encontrar varias explicaciones compatibles con esta situación, resulta claro que se necesita más información que la presentada por las proporciones para entender lo que está pasando con la nueva variedad.

Si se elige la proporción de la superficie total sembrada (indicador usado en estudios de impacto y retornos económicos) y se la estima para cada uno de los años de la encuesta (1990-1996) entonces es posible medir la forma en que se propaga en el tiempo (difusión) la variedad mejorada.

Año	Proporción de la superficie de maíz cultivada con la variedad mejorada	Y*
1990	0.05	2.83
1991	0.08	2.33
1992	0.25	0.96
1993	0.58	-0.59
1994	0.70	-1.25
1995	0.75	-1.61
1996	0.77	-1.78

Aunque existen diversas formas de representar el fenómeno de la difusión temporal de una tecnología, una forma funcional ampliamente usada para representar la difusión es la función logística, cuya expresión matemática y representación gráfica se presentan a continuación:

$$[1] \quad Y_t = \frac{K}{1 + e^{-a-bt}}$$



La expresión [1] puede estimarse mediante el ajuste de una línea de regresión ordinaria, si se asume un valor determinado para el techo de la difusión K (proporción máxima esperada de la superficie con la nueva tecnología) y se procede a transformarla de la forma siguiente:

Paso 1. Dividir ambos lados de la ecuación por K, para obtener:

$$\frac{Y_t}{K} = \frac{1}{1 + e^{-a-bt}}$$

Paso 2. Invertir ambos lados de la ecuación para obtener:

$$\frac{K}{Y_t} = 1 + e^{-a-bt}$$

Paso 3. Substraer 1 de ambos lados para obtener:

$$\frac{K}{Y_t} - 1 = e^{-a-bt}$$

Paso 4. Tomar logaritmos naturales en ambos lados para obtener:

$$\ln \left(\frac{K}{Y_t} - 1 \right) = Y^* = a+bt$$

y proceder a ajustar la regresión lineal con la variable dependiente transformada Y* y el tiempo (t) como variable independiente. La tercera columna de la tabla anterior muestra el resultado final de esta transformación (Y*) tomando como techo de la difusión (K) igual a 0.90 o 90%.

2.2 Aceptabilidad

El concepto de aceptabilidad ha sido propuesto y usado en el campo de la evaluación de proyectos de investigación en fincas o de ensayos manejados por agricultores (EMA) para medir la aceptabilidad de una tecnología, pero no mide su aceptación (Hildebrand y Poey 1989, 99).

El concepto de aceptabilidad combina los indicadores de la proporción de agricultores y proporción de área con la nueva tecnología en un solo índice denominado Índice de Aceptabilidad (I_a) de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$I_a = C * A$$

Donde C es la proporción de los agricultores entrevistados que usaban la práctica en, por lo menos parte del cultivo, y A es el porcentaje de área que sembraron con la nueva práctica.

■ **Ejemplo 2. Estimación del índice de aceptabilidad.**

Tomando los valores presentados en el ejemplo 1, se obtiene:

$$C = 0.60$$
$$A = (0.10 + 1.00 + 0.33) / 3 = 0.48$$
$$I_a = 0.60 * 0.48 = 0.29$$

■ **Ejemplo 3. Interpretación del índice de aceptabilidad**

$$\text{Caso I} = I_a = 0.90 * 0.10 = 0.09$$

$$\text{Caso II} = I_a = 0.10 * 0.90 = 0.09$$

En los dos casos se obtiene el mismo valor del I_a , sin embargo en el Caso I, muchos agricultores lo usan en poca superficie mientras que en el caso II pocos agricultores lo usan en mucha superficie.

Moraleja: Reportar el I_a solamente no dice mucho y se presta para interpretaciones ambiguas. Los autores que usan el índice recomiendan una interpretación a través de los componentes individuales usados en su cálculo.

Otra debilidad conceptual sobre la medición de la aceptabilidad en programas de IFA, es que contradice la filosofía misma de la investigación participativa que es la base de la IFA. Para ilustrar, si el programa IFA se ha llevado correctamente durante un periodo de años, en donde los agricultores colaboradores han tenido la oportunidad de participar efectivamente en el diseño y evaluación de las soluciones tecnológicas propuestas, entonces aquellas tecnologías que han pasado los filtros que el proceso de IFA impone deberían tener por su propias naturaleza una total aceptabilidad. Esto hace que la medición de la aceptabilidad sea redundante, al menos conceptualmente.

2.3 Adopción

El concepto de adopción mide el resultado de la decisión de los agricultores sobre si usar o no una práctica determinada en el proceso de producción. Frecuentemente se usa este concepto para identificar cuales son los factores que influyen en la decisión sobre usar o no una técnica determinada.

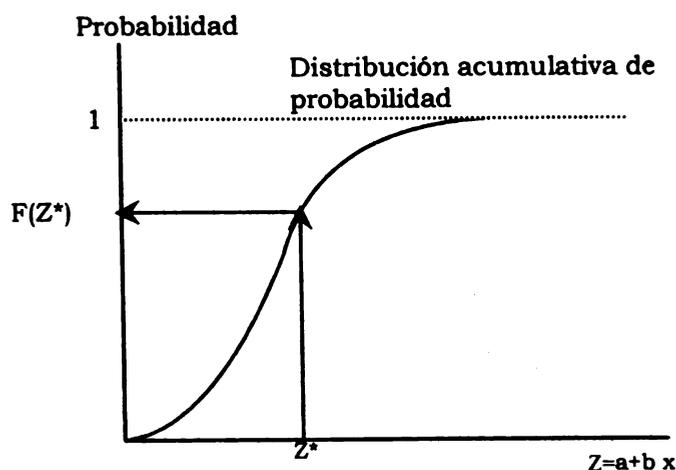
Se mide a través de la observación a nivel de finca del resultado de las decisiones adoptadas por las familias campesinas. Con los resultados de estas observaciones es posible estimar la probabilidad de que una finca con determinadas características adopte la nueva práctica.

De acuerdo con que forma se suponga que adopta esta función de probabilidad se tendrán modelos diferentes. Por ejemplo, si se supone que la probabilidad tiene una función de distribución logística de la forma siguiente:

$$Y_t = \frac{1}{1 + e^{-a \cdot b \cdot x}}$$

donde Y_t representa la probabilidad de que la nueva práctica sea adoptada y x es una variable que afecta la probabilidad de adopción.

La representación gráfica se presenta a continuación. Nótese la similitud entre las funciones de difusión y de adopción. En el primer caso la función relaciona a la **proporción** de superficie cultivada con la nueva tecnología con el **tiempo**, mientras que la función de adopción relaciona la **probabilidad** de que una finca use la nueva tecnología con las **características de la finca**.



3. Modelos de Adopción y Demanda de Nuevas Tecnologías

3.1 Conceptos básicos

La pregunta fundamental que este tipo de modelos tratan de explicar es si es posible a través de la observación del resultado de las decisiones individuales explicar por qué los agricultores eligen ciertas alternativas tecnológicas sobre otras.

Este tipo de modelos están basados en el concepto de que la demanda de la tecnología está determinado por la *utilidad* que tienen las *características* de la tecnología para el agricultor más que por la tecnología en sí misma.

Es decir que la elección de una alternativa dada depende de:

- Las *características* de dicha alternativa
- La *utilidad* que estas características tengan para el usuario.

A su vez la utilidad que un agricultor pueda obtener de determinadas características depende en gran parte de las *circunstancias* internas y externas en que se desenvuelve la finca.

En resumen, los tres conceptos claves en este tipo de modelos son:

- 1) *las características de las tecnologías;*
- 2) *la utilidad derivada de estas características; y*
- 3) *las circunstancias en que se desenvuelve la finca.*

Estos conceptos han sido utilizados en el contexto de la Investigación en Fincas (IFA). La IFA tiene por objetivo primordial el desarrollo de tecnologías *apropiadas*. En donde una tecnología se considera apropiada si sus *características* no entran en conflicto con las *circunstancias* de los agricultores a los cuales estaba dirigida.

La tabla siguiente, lista algunas circunstancias de las fincas y cinco características importantes de las tecnologías, que son tomadas en cuenta en el proceso de filtrado de las alternativas tecnológicas bajo consideración dentro de un programa de IFA.

Circunstancias de los agricultores	Características de la tecnología
Externas	✓ Compatibilidad con el sistema
Mercados	✓ Complejidad de manejo
Instituciones	✓ Divisibilidad
Internas	✓ Rentabilidad
Objetivos	✓ Riesgo
Recursos	

Dado que los conflictos generan costos de transacción, la tecnología apropiada es aquella que entre todas las alternativas disponibles, le genera al agricultor la mayor utilidad. Es decir que tendrá la máxima probabilidad de ser adoptada por los agricultores dentro del dominio de recomendación al cual estaban dirigidos los esfuerzos de investigación.

3.2 Formalización del modelo

3.2.1 El Conjunto de alternativas y sus características

En un momento determinado un agricultor cualquiera enfrenta la decisión de qué tecnología usar. Sea J_n el conjunto formado por las alternativas tecnológicas que enfrenta el n-ésimo agricultor. El índice n indica que este conjunto puede ser diferente para distintos agricultores.

Cada alternativa tecnológica (i) posee un conjunto de características, X_{ni} . El subíndice n indica que las características de una alternativa determinada puede ser diferente entre agricultores.

■ **Ejemplo 4: El conjunto de alternativas disponibles**

Un agricultor puede tener la opción de elegir entre las variedades mejoradas H5, HB85, y PX-5800 y las criollas Arriquin y Tuza Morada.

Su conjunto de alternativas es:

$$J_1 = \{H5, HB85, PX-5800, Arriquin, Tuza Morada\}$$

Otro agricultor enfrenta la elección entre las variedades mejoradas H5, HB83 y las criollas Arriquin, y Cola de rata.

Su conjunto de alternativas es:

$$J_2 = \{H5, HB83, Arriquin, Cola de Rata\}$$

■ **Ejemplo 5. El conjunto de características de las alternativas**

Una característica relevante para los agricultores del híbrido HB85 puede ser el precio que el agricultor paga por el material incluyendo los costos de poner el producto en la parcela, (precio de campo) P, sin embargo, este precio puede diferir entre agricultores de acuerdo con factores como el lugar de compra, la localización de la finca etc.

Así:

Precio del HB85 para el agricultor 1= (25 col/kg.)

Precio del HB85 para el agricultor 2= (35 col/kg.)

3.2.2 El conjunto de circunstancias de las fincas

Cada agricultor le pone un valor diferente a las características de las alternativas. O dicho de otra manera, la utilidad que una determinada característica tenga para cada agricultor depende del conjunto de circunstancias internas y externas que enfrentan cada agricultor, C_n .

El tamaño de la finca, la edad del agricultor, el destino final de la producción, el tamaño y composición del núcleo familiar son ejemplos de circunstancias internas al sistema de finca que hacen que los agricultores pesen en diferente forma la misma característica. Mientras que la disponibilidad y acceso al crédito, la disponibilidad de maquinaria, la política de precios, etc., son ejemplos de circunstancias externas.

3.2.3 La Función de Utilidad y la elección del agricultor

De lo anterior resulta que la utilidad que la alternativa i -ésima tenga para el agricultor n -ésimo (U_{in}) dependerá de las características de la tecnología y de las circunstancias del agricultor. Es decir:

$$U_{in} = U(X_{in}, C_n) \text{ para todo } i \text{ en } J_n$$

■ Ejemplo 6: Características, circunstancias y utilidad

Las características relevantes de una nueva variedad de maíz son su alto rendimiento y su mala cobertura de mazorca que lo hace muy susceptible al ataque de insectos en el almacenaje. Mientras que la variedad local tiene un rendimiento menor, pero su buena cobertura lo hace muy apropiado para el almacenaje. Las circunstancias en que se desenvuelve el agricultor 1, hacen que venda el 100% de su producción al momento de la cosecha, mientras que aquellas del agricultor 2 hacen que este almacene toda su producción para ir consumiéndola durante el resto del año, hasta la próxima cosecha.

Entonces,

Agricultor 1. $U(\text{variedad mejorada})$ [mayor] $U(\text{variedad local})$

Agricultor 2. $U(\text{variedad local})$ [mayor] $U(\text{variedad mejorada})$

Se podría pensar también como que los agricultores le ponen un cierto peso a las características de las variedades de acuerdo a sus circunstancias. En el ejemplo, dadas las diferentes circunstancias en que se desenvuelven, el agricultor 1 le da mas importancia en su función de utilidad al rendimiento que a la cobertura mientras que el agricultor 2 pesa las características en forma inversa.

Entonces como función de comportamiento se postula que un agricultor elegirá la alternativa que le de la mayor utilidad. Es decir elegirá la alternativa i si se cumple que:

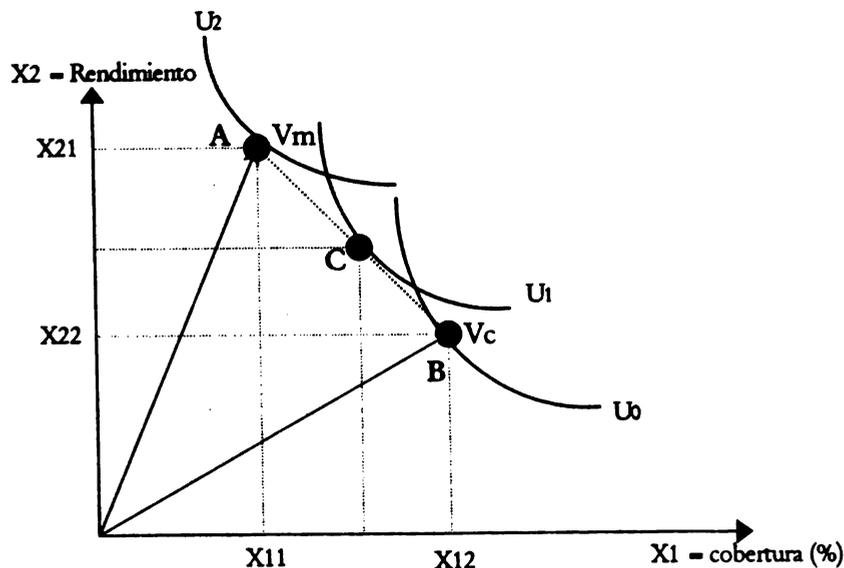
$$U(X_{in}, C_n) > U(X_{jn}, C_n) \text{ para todo } j \text{ diferente de } i \text{ en } J_n.$$

Es decir que bajo esta regla de comportamiento el agricultor 1 del ejemplo anterior elegirá la variedad mejorada y el agricultor 2 la variedad local.

Cuando se mide la adopción de una tecnología se habla de dos conceptos relacionados. Por un lado se habla de la *calidad* de la adopción o simplemente de la decisión de usar o no la nueva tecnología por parte del agricultor y por el otro de la *intensidad* de la adopción, o de cuantos recursos son usados con la nueva tecnología. Aunque la intensidad se podría medir en término de cada uno de los diferentes recursos usados en la producción: tierra, mano de obra o capital, generalmente se usa el recurso más fijo en el corto plazo que es la tierra. En este trabajo se sigue este criterio.

El modelo descrito puede ser usado para explicar el concepto de intensidad. La figura siguiente ayuda a explicar el concepto. Existen dos variedades, una mejorada (V_m) caracterizada por tener alto rendimiento y poca cobertura de mazorca y una criolla (V_c) caracterizada por un rendimiento menor pero con buena cobertura. El agricultor tiene una función de utilidad, donde las características de las alternativas son ponderadas de acuerdo con sus circunstancias. Si éstas últimas son tales que el agricultor pesa mucho la cobertura y nada el rendimiento entonces la función de utilidad será como la señalada con U_0 en la figura y el agricultor elegirá el punto B y usará solamente la variedad criolla. Es decir se comportará como un **no adoptador**. Por el contrario si el agricultor pondera mucho el rendimiento y nada la cobertura, su función de utilidad será como la señalada con U_2 y el agricultor elegirá el punto A donde usará solamente la variedad mejorada comportándose como un **adoptador total**.

Entre estos casos extremos, sin embargo, existen muchas otras combinaciones a lo largo de la línea que une a los puntos A y B que corresponden a diferentes pesos o ponderaciones que el agricultor pone en su función de utilidad a las características de rendimiento y cobertura de mazorca. Así, es posible que el agricultor, ponga algún peso al rendimiento y también le interese la cobertura. Como no es posible satisfacer ambas preferencias con una sola variedad, el agricultor hará máxima su utilidad con alguna combinación de ambas variedades, tal como aquella representada por el punto C y la función de utilidad U_1 . En este caso el agricultor será un **adoptador parcial**, y la intensidad de la adopción se mide por la proporción del recurso tierra asignado a la nueva variedad.



3.3 Estimación del modelo

3.3.1 La función de utilidad aleatoria y el modelo de elección cualitativa

Es casi imposible que el investigador pueda observar *todos* los elementos del conjunto de características o de aquel de circunstancias. El investigador tampoco conocerá cual es la función de utilidad de los agricultores.

Entonces es posible dividir la función $U(\dots)$ en dos partes:

- 1 Una parte determinística formada por una función de utilidad cuyos argumentos son los elementos de X_{in} y C_n que son *observados* y
- 2 Otra parte aleatoria que representa todos los elementos no observados y toda la incertidumbre del investigador respecto a aquellos aspectos de la función de utilidad que son desconocidos. Es decir:

$$U(X_{in}, C_n) = V(Z_{in}, S_n, b) + e_{in}$$

donde Z_{in} y S_n representan las porciones de X_{in} y C_n que son observadas, b es un vector de parámetros a ser estimados, y e_{in} un término de error.

Cuatro fuentes de incertidumbre que justifican la presencia del término de error e_{in} (Manski 1977):

- 1 Características no observables. (Ni el investigador ni el propio agricultor conocen perfectamente el total de características de las alternativas tecnológicas),
- 2 Variaciones no observadas en las preferencias de los agricultores. (Las preferencias individuales varían entre los agricultores dentro de un dominio de recomendación)
- 3 Errores en la medición de las características de tecnología y en las circunstancias de los agricultores, y
- 4 Error en la especificación de la forma de la función de utilidad. (Usualmente se asume una forma lineal lo cual puede inducir a errores).

Ahora, la probabilidad de que un agricultor elija adoptar la alternativa tecnológica i depende de la probabilidad de que la utilidad que él perciba de esa alternativa sea mayor que la que percibe de las demás alternativas juzgadas:

$$P_{in} = \text{Prob}(U_{in} > U_{jn}) \text{ para todo } j \text{ diferente de } i \text{ en } J_n.$$

Sustituyendo,

$$P_{in} = \text{Prob}[(V_{in} + e_{in}) > (V_{jn} + e_{jn})]$$

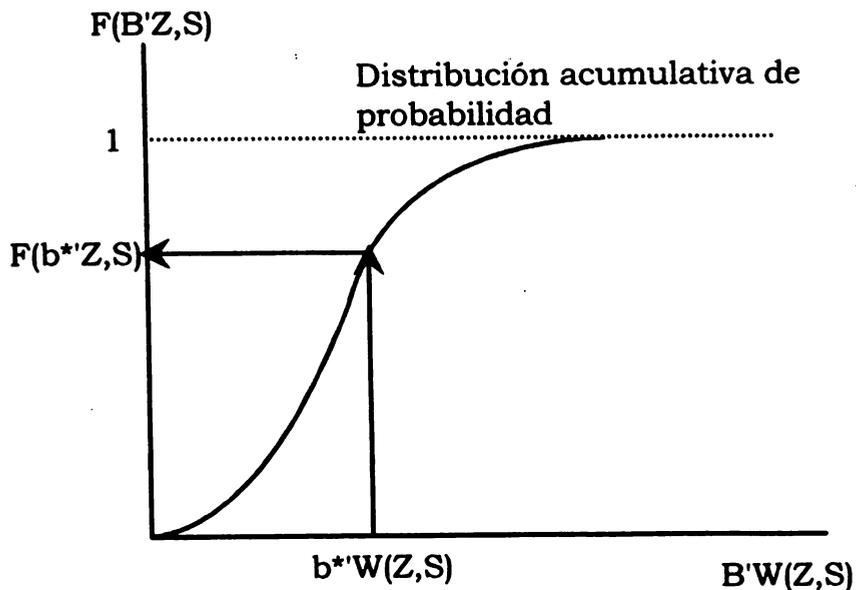
Rearreglando,

$$P_{in} = \text{Prob}[(e_{jn} - e_{in}) < (V_{in} - V_{jn})]$$

Si se asume que la función de utilidad es lineal en los parámetros:

$$V_{in} = b^* W(Z_{in}, S_n).$$

Entonces para estimar la probabilidad de adopción se debe encontrar el valor de $b^* W(Z_{in}, S_n)$, y buscar el valor correspondiente en la distribución de probabilidad acumulada de la variable aleatoria $(e_{jn} - e_{in})$. La figura siguiente ilustra el proceso:



El valor $[b^* W(Z, S)]$ depende de:

- 1 *Los factores que influyen en la adopción:* las características relevantes de la tecnología y de las circunstancias relevantes del agricultor.
- 2 *El peso o importancia de cada factor:* representado por el valor de los parámetros estimados b^* .

Mientras que diferentes formas de la función de probabilidad dan lugar diferentes modelos:

Función	Modelo
Logística	Lógit
Normal	Próbit

Se debe notar que solamente importan diferencias en características de las alternativas (tecnologías) y/o de las circunstancias de los agricultores para diferenciar entre adoptadores y no adoptadores. Sin embargo en la mayoría de las aplicaciones prácticas en el área de la adopción de nuevas alternativas tecnológicas, lo que se encuentra es que los datos observados muestran muy poca variación entre las características de las tecnologías y sólo se observan diferencias en las circunstancias de los agricultores. Por ejemplo, en una encuesta sobre la adopción de una nueva variedad, las diferencias en las características de las alternativas que se capturan en una encuesta son mínimas o nulas, mientras que si se observa una rica variedad en las circunstancias de los agricultores entrevistados. En el caso de que sólo existen dos opciones (variedad local o variedad mejorada) el modelo logit a ser estimado toma la forma siguiente:

$$P_{1n} = \frac{e^{b_1 \cdot W_n}}{e^{b_0 \cdot W_n} + e^{b_1 \cdot W_n}}$$

En esta expresión del modelo logit, los parámetros varían de acuerdo con las circunstancias de las fincas pero no de acuerdo a las alternativas. De esa manera el número de parámetros a ser estimados es igual al número de factores multiplicado por el número de alternativas. Sin embargo, para estimar la probabilidad de adopción, se normaliza la expresión en términos de las alternativas de no adopción y se estima una sola función (Gujarati 1988; Train 1990).

$$P_{1n} = \frac{1}{1 + e^{b_1 \cdot W_n - b_0 \cdot W_n}} = \frac{1}{1 + e^{W_n(b_1 - b_0)}}$$

Los parámetros estimados del modelo propuesto pueden entonces interpretarse como indicadores del peso que tienen las circunstancias de los agricultores incluidas en la decisión de adopción. En la medida en que estas circunstancias sean susceptibles de ser modificadas por cambios en las políticas de investigación, o de extensión, o mediante la política económica, entonces los resultados pueden ser usados para fomentar la adopción de la tecnología mediante el diseño de nuevas políticas o modificación de las políticas existentes.

Un análisis detallado de la forma de recopilar y analizar los datos para estimar la función logit o probit, se encuentra en un manual del CIMMYT sobre el tema (CIMMYT 1993) y se remite al lector interesado a esa publicación. Los estudios de casos presentados por el PRM/CIMMYT en esta conferencia están en su mayoría basados en este modelo, por lo que también se pueden consultar para ver aplicaciones concretas.

3.4 Uso del modelo de adopción para la identificación de acciones de política

Además de la identificación de los factores que pueden afectar la decisión de los agricultores adoptar o no una tecnología, una característica importante del modelo propuesto reside en la posibilidad de identificar acciones de políticas que puedan

modificar las decisiones y por lo tanto acelerar la adopción de determinadas tecnologías. De una manera sencilla, esto se puede ver si se piensa que para cada **factor** existe una o más **causas** relacionadas con las características propias de la tecnología y con las circunstancias de los agricultores. Es decir que cuando se habla de las causas, el investigador se pregunta el **por qué** un determinado factor modifica la elección del agricultor de una determinada tecnología. El procedimiento descrito anteriormente permite no solo probar las hipótesis pertinentes, sino que además estima la importancia relativa del factor sobre la decisión.

Es probable que algunos o todos de los factores identificados, puedan ser removidos o modificados de manera que aumente la probabilidad de adopción de la nueva tecnología a través de:

- **Acciones** relacionadas con la investigación y/o extensión.
- **Acciones** relacionadas con la política económica y/o institucional.

El proceso de identificación de estas acciones responde a la pregunta de **qué** se puede hacer para reforzar o reducir los efectos de un determinado factor.

■ **Ejemplo 10.** Una nueva variedad de maíz se difunde en una región determinada y luego de un tiempo se encuentra que un 60% de los agricultores la ha adoptado y el 40% restante no. Un estudio muestra que los agricultores que usan la nueva variedad venden toda su producción al mercado, mientras que aquellos que no usan la nueva variedad destinan la producción al autoconsumo. Posteriormente se revela que las características de la nueva variedad no eran del agrado de los agricultores, por lo que ellos prefieren la variedad tradicional para su propio consumo.

En términos de la nomenclatura usada arriba encontramos:

Factor: *proporción de la producción que se destina al mercado.*

Causa: *endosperma de la nueva variedad de maíz es inadecuada para las preferencias de consumo de los agricultores. Por lo tanto la nueva variedad no resulta de utilidad para aquellos agricultores que destinan su producción al consumo interno por ello la probabilidad de que la adopten es baja.*

Acciones posibles:

- 1) *Modificar el endosperma de la nueva variedad.*
- 2) *Mejorar el maíz criollo.*
- 3) *Realizar una intensa campaña para mostrar las virtudes culinarias de la nueva variedad.*
- 4) *Aumentar el precio de venta de la nueva variedad para que los agricultores compren el maíz de consumo interno fuera de la finca.*

Bibliografía

- CIMMYT, 1993. La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas Programa de Economía del CIMMYT. México, D.F. CIMMYT.
- Hildebrand, Peter y Federico Poey, 1989. "Ensayos Agronómicos en Fincas según el enfoque de Sistemas Agropecuarios" Editorial Agropecuaria Latinoamericana, Gainsville, Florida 1989 p. 99)
- Gujarati, D.N. 1988. Basic econometrics. McGraw Hill, Inc. 2nd. Edition. New York, New York.
- Manski, C. F. 1977. The Structure of Random Utility Models. Theory and Decision 8:229-254
- Real Academia Española 1984. Diccionario de la Lengua Española. Vigésima Edición. Madrid, España.
- Train, K. 1990. Qualitative choice analysis. Theory, econometrics and application to automobile demand. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts.

LA ASIGNACION DE LA TIERRA EN LA DECISION DE ADOPTAR UNA VARIEDAD. UNA REVISION A LAS ALTERNATIVAS DE EXPLICACION

Melinda Smale

1. Introducción

A menudo los investigadores se encuentran con situaciones donde pequeños agricultores adoptan variedades mejoradas en forma parcial o sea en parte del total de la superficie cultivada. (ver por ejemplo Feder, Just and Zilberman 1985; Feder and Umali 1993). De igual forma muchos agricultores pequeños siembran durante el mismo ciclo diferentes tipos de variedades tradicionales (Bellon 1991; Dennis 1987). Aunque la frecuencia con que estas prácticas se producen parece depender del período de tiempo, el marco económico, y las condiciones agroecológicas en que se desenvuelve la finca, es más probable que se produzcan en los sistemas agrícolas de los países en vías de desarrollo.

¿Por qué los agricultores deciden cultivar más de una variedad en el mismo ciclo? Los economistas han tratado de responder a esta pregunta de diferentes maneras. Este trabajo sintetiza las diferentes alternativas de explicación propuestas y pone énfasis en la importancia de probar hipótesis de modelos estructurales más generales que incluyan estas explicaciones alternativas como casos especiales. El trabajo concluye con la pregunta de si los modelos de selección de variedades basados en las características de estas variedades podrían proveer el marco conceptual unificador buscado.

2. Explicaciones Económicas de la Decisión de Cultivar más de una Variedad

2.1 El modelo neoclásico

En cada ciclo de cultivo, la selección del agricultor sobre qué variedades cultivar consiste de dos decisiones. La primera consiste en la decisión de cultivar o no una determinada variedad. Tomada esta decisión, el agricultor debe decidir qué porcentaje del área cultivada será hecha con esa variedad. La teoría neoclásica supone que el agricultor intenta hacer máximos los beneficios monetarios, es neutral hacia el riesgo, y tiene acceso total a los mercados de insumos y productos. Bajo estas condiciones la teoría

predice que el agricultor elegirá cultivar sólo la variedad que le da los mayores beneficios monetarios por unidad de tierra, y no ofrece una explicación del por qué los agricultores deciden sembrar dos o más variedades simultáneamente.

La Figura 1 presenta en forma gráfica la solución del problema económico de la elección de variedades desde el punto de vista de la teoría neoclásica. La elección óptima de variedades se da en el punto de tangencia entre la línea que representa la relación de los precios de las variedades y la tasa marginal de transformación del producto. En la producción de dos tipos de variedades, Q_1 y Q_2 , los agricultores pueden variar la producción total mediante el cambio de la proporción de tierra asignada a cada una de ellas. La tasa marginal de transformación del producto es una línea recta y por lo tanto una solución única es posible sólo en la intersección de la línea con alguno de los dos ejes. Es decir que el agricultor que busca hacer máximos sus beneficios monetarios, que es neutral al riesgo, y que opera en mercados perfectos, elegirá una solución de esquina y cultivará sólo una de las dos variedades.

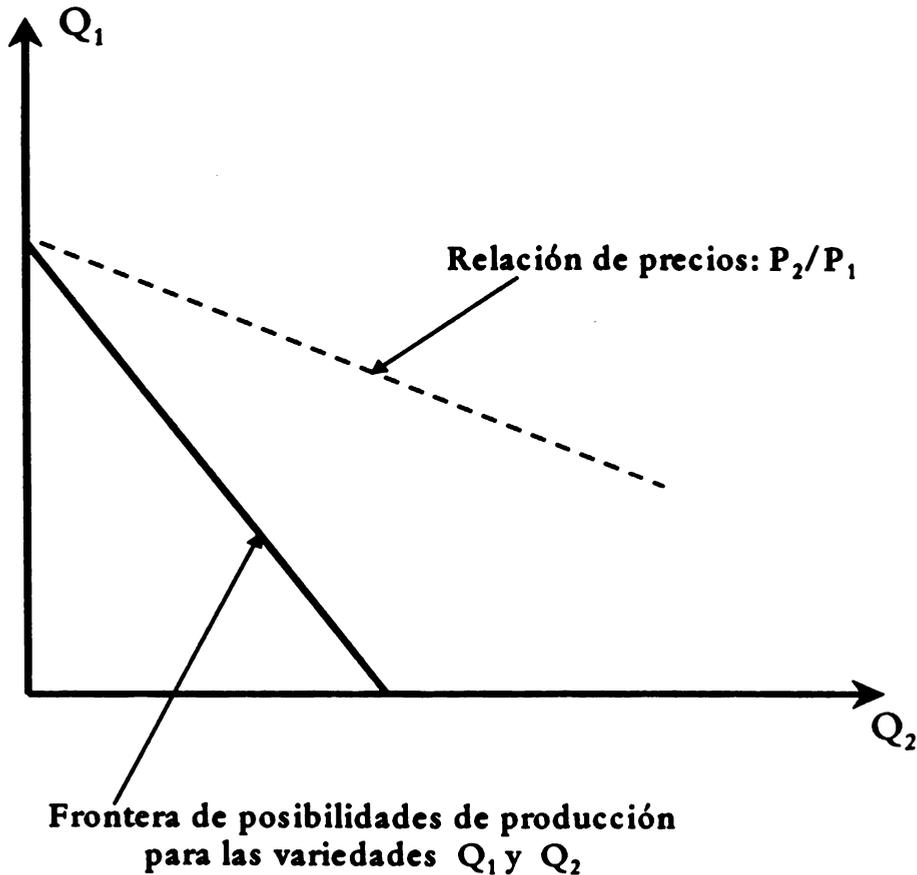


Figura 1. Modelo neoclásico de elección de variedades

2.2 Explicaciones económicas alternativas

Para explicar el hecho de que los agricultores cultivan más de una variedad en un mismo ciclo los economistas han propuesto un conjunto de modificaciones al modelo neoclásico. El desarrollo de estas explicaciones refleja en parte la evolución de diferentes paradigmas en la teoría del desarrollo de la agricultura. Esta evolución representa el avance del conocimiento y la popularidad relativa de cada uno de los enfoques. A menudo la diferencia entre enfoques representa pequeñas diferencias en la manera de expresar o ver el mismo problema.

Los modelos del periodo correspondiente al comienzo de la Revolución Verde (1970), llevaban el supuesto implícito que las nuevas variedades eran superiores a las variedades cultivadas por los agricultores. Dado este supuesto, la adopción parcial reflejaba la necesidad de los agricultores de ajustarse a la nueva tecnología, ajuste que desaparecería al alcanzar el equilibrio final. Con el correr del tiempo y la mejora en las habilidades de los agricultores, la eficiencia técnica y de asignación aumentarían y los agricultores asignarían más área a las nuevas variedades (por ejemplo, Hiebert 1974; Kislev and Shchori-Bachrach 1973).

En la década siguiente hubo una explosión de análisis basados en la teoría del comportamiento del agricultor bajo condiciones de riesgo. Las variedades modernas fueron vistas básicamente como más riesgosas que las tradicionales y los modelos que se desarrollaron se basaron en el supuesto que las decisiones de los agricultores eran motivadas por su actitud frente al riesgo. En algunos de estos modelos, los agricultores asignaban la tierra a diferentes variedades siguiendo los mismos principios de la teoría de portafolio de inversiones (*portfolio theory of investment*, por ejemplo, Feder 1980; Just and Zilberman 1983).

Durante la década de los 90 los economistas argumentaron que los resultados explicados previamente por la actitud del agricultor hacia el riesgo, tal como la elección de dos o más variedades, podría deberse sencillamente a los costos de realizar las transacciones en los mercados de insumos y productos, o por el hecho de que estos mercados funcionaban en forma imperfecta (por ejemplo, de Janvry, Fafchamps, and Sadoulet 1991). Actualmente, existe considerable interés en la diversidad genética y biológica de los sistemas agropecuarios, y algunos de estos modelos explican la adopción parcial en términos de la demanda de los agricultores por una cierta diversidad de características de las variedades (por ejemplo, Adesina and Zinnah 1993; Bellon 1997).

Una solución "interna" significa que para el agricultor es económicamente óptimo cultivar más de una variedad en forma simultánea. Cualquiera de dos condiciones matemáticas sencillas son suficientes para la existencia de una solución interna: (1) que la frontera de posibilidades de producción para cualquiera de dos variedades sea curva, lo que lleva a la tangencia con la línea de los precios relativos, o (2) que el agricultor intente maximizar su utilidad en vez de beneficios monetarios lo que lleva a la tangencia de la curva de la indiferencia entre dos variedades con la línea de la frontera de posibilidades de producción. En la sección que sigue se agrupan los modelos mencionados mas arriba en términos de estas dos condiciones.

2.2.1 Relaciones de producción o de costos

En la Figura 2 se ilustra el caso de un agricultor que se enfrenta a los precios de mercado en la producción de las variedades Q_1 y Q_2 . En este caso una solución interna es el resultado de la existencia de una complementariedad técnica en la producción. La complementariedad técnica en la producción implica que el producto marginal de un producto depende de la cantidad producida del otro producto, resultando entonces en una frontera de posibilidades de producción que es curva. Otra forma de describir esta condición es la existencia de productividad marginal decreciente de un factor en la producción de cualquiera de los productos.

Para un agricultor individual, sin embargo, es difícil imaginar una situación donde exista complementariedad técnica en la producción de dos variedades. Usualmente, la semilla es un insumo que se considera neutral con respecto a la escala de la producción. Es decir que el producto marginal de la semilla es constante para toda la superficie sembrada y es por ende igual al producto medio. La productividad marginal de una variedad es independiente de la productividad marginal de la otra variedad y por lo tanto la condición para que exista complementariedad técnica no se mantiene.

La teoría de las economías de la diversidad (*economies of scope*), sin embargo, sugiere que podría existir una complementariedad en los costos de cultivar más de una variedad (Leathers 1991). Con economías de diversidad es más barato producir dos productos en una sola firma que producirlos en forma separada. Típicamente, se dan economías de

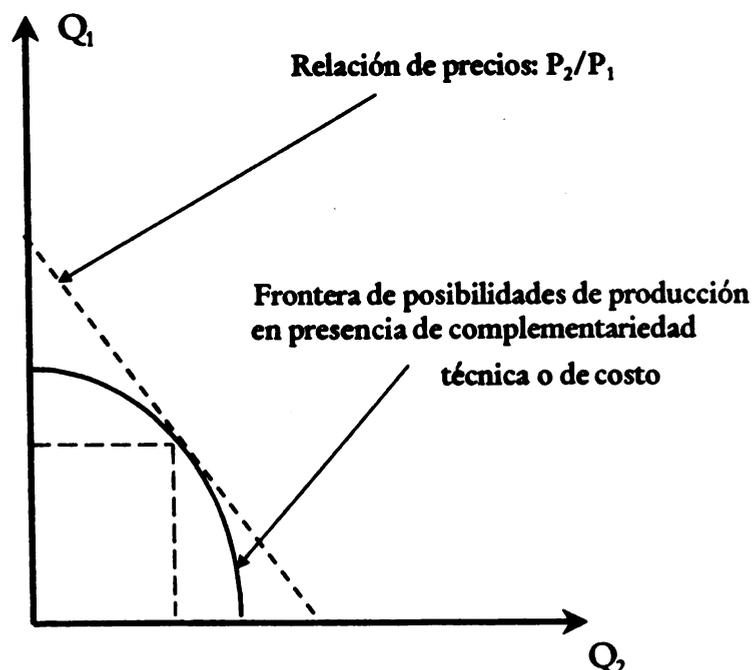


Figura 2. Decisión de cultivar más de una variedad en presencia de complementariedad técnica o de costo.

diversidad cuando es posible reducir los costos fijos sobre más de un tipo de producto. Para el caso de la elección de variedades, esta condición podría darse cuando, para un ciclo individual de cultivo, la oferta de un insumo es relativamente fija y además existe una diferencia en la respuesta de las variedades a dicho insumo.

Un ejemplo de esta última condición se encuentra en el modelo utilizado por McGuirk and Mundlak (1991). En este trabajo, la oferta de fertilizante se encuentra restringida y los agricultores no pueden usar tanto como ellos desearían. Además, una variedad tiene una mejor respuesta al fertilizante a niveles bajos de aplicación que la otra. La combinación de ambas condiciones lleva a la producción de las dos variedades y a la aplicación de diferentes niveles de fertilizantes que aquellos que hubieran resultado óptimos sin el racionamiento en el fertilizante

Bellon and Taylor (1993) aportan otro ejemplo. Cada ciclo de cultivo el agricultor tiene acceso a una cierta cantidad y combinación de tipos de tierra. Diferentes variedades se dan mejor en algunos tipos que otras. Es decir que en un ciclo de cultivo, la oferta de tierra es fija y las variedades tienen una respuesta diferenciada por tipo de tierra lo que lleva a la decisión de sembrar más de una variedad en un mismo ciclo.

2.2.2 Objetivos de los agricultores

La Figura 3 ilustra el caso cuando no hay complementariedad técnica ni de costos en la producción de Q_1 y Q_2 . El agricultor puede cambiar su producción sólo variando la superficie que asigna a las dos variedades y la frontera de posibilidades de producción resulta de la combinación lineal de la producción de cada una ponderada por las proporciones de área asignadas. En este caso, una solución interna es posible si el agricultor persigue el objetivo de maximizar su utilidad en vez de sus beneficios. La solución óptima se da en el punto de tangencia entre la curva de indiferencia entre las dos variedades y la frontera de posibilidades de producción. La curvatura de la curva de indiferencia refleja el supuesto que la satisfacción de consumir un producto varía con las cantidades consumidas. La satisfacción marginal de consumir un producto, depende, por lo tanto, de los niveles de consumo del otro producto.

La mayoría de los muchos modelos usados en la literatura de adopción de variedades se relaciona con el caso ilustrado en la Figura 3. En los modelos de producción bajo condiciones de riesgo, se supone que los agricultores intentan hacer máxima la utilidad derivada de los beneficios de la producción del cultivo y que ciertas variedades son más riesgosas que otras. De la misma manera que en la teoría de inversión de portafolios, existe un cambio entre el promedio de los rendimientos y la variabilidad de estos. El área que el agricultor decide asignar a cada variedad depende de la covarianza de los rendimientos entre variedades y de la actitud del agricultor frente al riesgo (Feder 1980; Just y Zilberman 1983. Algunos modelos relacionados con este tema, muestran como el aprendizaje sobre la distribución de probabilidades de los rendimientos afecta con el tiempo, la proporción de área asignada a cada variedad (Tsur, Sternberg and Hochman 1990).

Las fincas (*households*) que consumen y también venden el grano producido enfrentan riesgos en el ingreso, en consumo así como también en la producción. Estas condiciones llevan a que las decisiones de este tipo de fincas sea diferentes de la fincas comerciales. Los economistas han argüido en los modelos de riesgo en el consumo, que los agricultores

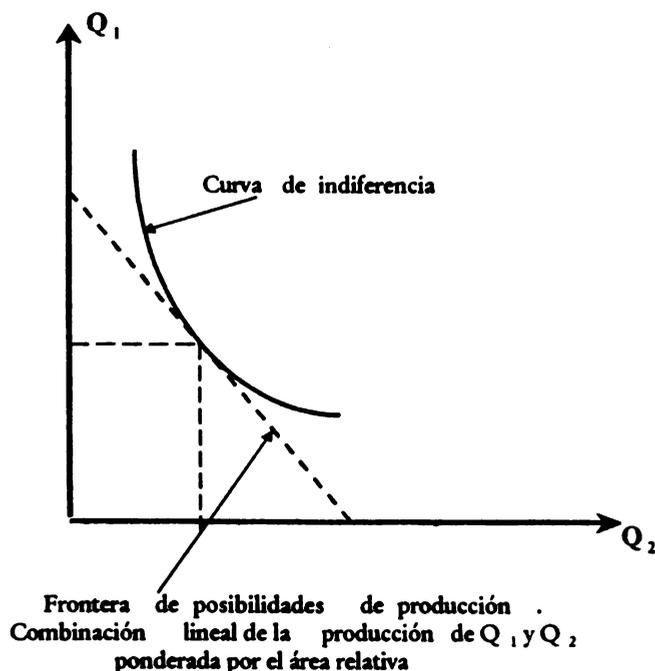


Figura 3. Decisión de cultivar dos variedades con el objetivo de maximizar la utilidad en vez de las ganancias.

necesitan satisfacer sus necesidades de alimentos básicos y que el riesgo de producir menos que un cierto nivel mínimo los lleva a sembrar más de este tipo de productos que lo que sembrarían bajo otras condiciones (Hammer 1986; Smale 1992). En otros modelos de elección de variedades, la utilidad es función de atributos múltiples, que incluyen no sólo el riesgo, sino también el ingreso neto, y niveles de subsistencia (Fafchamps 1992; Herath, Hardaker y Anderson 1982).

Más recientemente, algunos economistas arguyen que los mismos resultados obtenidos mediante la aplicación de la teoría de riesgo pueden ser explicados de una manera más sencilla por los costos de transacción y por imperfecciones en los mercados. Cuando una finca (*household*) produce una variedad de productos y servicios para la venta y para su propio consumo, debe elegir como asignar la tierra entre variedades de acuerdo con el tamaño de la brecha existente entre el precio de compra y el precio sombra o de oportunidad del cultivo (de Janvry, Fafchamps, y Sadoulet 1991). La magnitud de esta brecha depende de la tecnología de producción y las preferencias de los miembros de la finca, y las proporciones óptimas asignadas a las variedades puede diferir entre fincas aun cuando todas sean neutrales hacia el riesgo y tengan un suelo homogéneo. Carter y Wiebe (1990) redefinen el argumento de "alimentos primero" de Hammer (1986) en términos de imperfecciones en el mercado de crédito para consumo. El crédito para consumo permitiría a los pequeños agricultores comprar alimentos tarde en el ciclo de producción si las provisiones de alimentos resultaran insuficientes. Renkow and Traxler (1994) muestran como la ausencia de mercados de forraje para el ganado afecta la asignación de tierra entre variedades que producen diferentes cantidades de grano y forraje. El caso de McGuirk y Mundlak (1991) también puede ser considerado como un caso de imperfecciones en el mercado de fertilizantes.

3. La Importancia de Modelos Generales y de las Hipótesis Anidadas

Tanto en el trabajo teórico como aplicado la mayoría de los investigadores postulan una explicación teórica para la adopción parcial, o aquella explicación que es de mayor interés para ellos. Las explicaciones alternativas presentadas en las secciones anteriores no son mutuamente excluyentes. Cuando varias explicaciones son válidas, pero sólo se prueba una de ellas se corre el riesgo de concluir incorrectamente de que la explicación probada es la "correcta" y las demás están "equivocadas". En los modelos econométricos, la prueba de sólo una hipótesis, habiendo omitido otras, puede causar una sobreestimación de la significancia estadística de las variables incluidas. El resultado de que los investigadores ofrezcan sus propias explicaciones pero fallan en probarlas respecto a otras explicaciones alternativas es la coexistencia en forma indefinida de hipótesis contradictorias.

Para medir la calidad de los resultados de investigación es necesario estructurar y probar modelos generales tanto teóricos como econométricos que tengan las explicaciones alternativas en forma de hipótesis anidadas como casos especiales. Tales modelos pueden resultar elegantes en teoría pero intratables desde el punto de vista práctico. El ejercicio presentado en el trabajo de Smale, Just, and Leathers (1994) fue un intento de anidar varias hipótesis en un modelo general de regresión. Este modelo que contenía las variables representando todas las explicaciones alternativas fue usado para comparar estadísticamente cada una de los posibles subconjuntos de variables. La prueba de la relación de verosimilitud indicó que las explicaciones en forma **conjunta** explicaban mejor la adopción parcial que cualquiera de las explicaciones en forma individual a combinadas entre sí. Estos resultados ilustran como un investigador puede encontrar apoyo estadístico para cualquiera de las explicaciones individuales usando una prueba de t y concluir que la explicación probada apoya la exclusión de aquellas hipótesis que no han sido probadas. Los resultados también cambiaron entre la prueba conjunta y las pruebas de t individuales, una explicación que resulta significativa cuando otras explicaciones están ausentes puede no serlo cuando ellas están presentes.

Otro intento de estimar un modelo general que contiene el nivel de riesgo, el tipo de suelo y el acceso a mercados como posibles explicaciones fue construido por Meng (1997). Meng usó la magnitud de las elasticidades como una medida de la importancia relativa de estas explicaciones en la decisión de usar una variedad. El modelo de regresión usado describe, sin embargo, la decisión de usar una variedad más que la decisión de asignar el área de cultivo entre variedades.

4. ¿Puede un Modelo de Características Proveer un Enfoque Unificador?

Los pequeños agricultores tienen usualmente una multiplicidad de preocupaciones y necesidades. Ya que es muy improbable que una sola variedad posea todas las características demandadas por la finca y que además una variedad puede tener mezcladas algunas características deseables con otras indeseables, Bellon (1997) ha descrito la elección de variedades como un proceso en donde el agricultor ensambla varios paquetes de características para alcanzar condiciones específicas de producción, de preferencias de consumo o de requerimientos de mercado.

En forma similar los modelos de características proponen que los agricultores intentan hacer máxima la utilidad derivada de un conjunto de atributos de la variedad mas que de la variedad en si misma (para literatura relacionada con este tema ver Barkley and Porter 1996). Visto desde este punto de vista los agricultores que producen maiz para su propio consumo o para la venta elegirán variedades basados en el conjunto de características observables que cada variedad posee, y que reproduce en la producción de grano. Cada variedad produce o "rinde" en forma conjunta diferentes cantidades de las características de interés para el agricultor, y los agricultores combinan variedades de manera de obtener la mejor satisfacción de sus objetivos.

Las diferentes explicaciones que se han resumido anteriormente pueden ser vistas como casos especiales de un modelo más general elección restringida relacionada a paquetes de características, en donde sólo uno o algunos atributos son considerados. Por ejemplo, las explicaciones relacionadas son el riesgo en producción describen un agricultor cuya decisión se basa en los atributos relacionados con el promedio, la varianza y la covarianza de los rendimientos. La explicación de la heterogeneidad del suelo se basa en el comportamiento de las variedades en cada tipo de suelo asociado a la rigidez de la oferta de tierra en el corto plazo. El modelo de Renkow y Traxler considera las características de producción de grano y forraje de las variedades combinados con la ausencia de mercado para forraje. Los modelos de "alimentos primero" se basan en el argumento de que algunas variedades son preferidas a otras para consumo en la finca de acuerdo con sus características, mientras que el mercado por estas variedades o el mercado de crédito para consumo que permitiría a los agricultores comprarlas, es imperfecto o no existente. Un ejemplo de la aplicación del modelo de características para analizar la adopción de variedades por agricultores de pequeña escala se puede encontrar en el trabajo de Adesina and Zinnah (1993).

5. Resumen

Aunque es común observar que los agricultores adoptan las variedades sólo en parte de su área cultivada, la teoría económica neoclásica predice que los agricultores deberían cultivar únicamente aquella variedad que produce el máximo beneficio por unidad de tierra. Los economistas han expandido la teoría, proponiendo un número de explicaciones alternativas. Estas explicaciones han ido evolucionando con el tiempo siguiendo las teorías de desarrollo, paradigmas y modas. Sin embargo, para conducir pruebas válidas de hipótesis alternativas, se necesita estructurar modelos generales que contengan las hipótesis alternativas como casos especiales, los cuales son a menudo difíciles de estimar econométricamente. Aunque todavía queda por ser demostrado en forma rigurosa, los modelos de características *pueden* proveer un práctico enfoque general.

Bibliografia

- Adesina, A.A. and M.M. Zinnah 1993. Technology Characteristics, Farmers' Perceptions and Adoption Decisions: A Tobit Model Application in Sierra Leone. *Agric. Econ.* 9: 297-311.
- Barkley, A.P. and L.L. Porter 1996. The Determinants of Wheat Variety Selection in Kansas, 1974 to 1993. *American Journal of Agricultural Economics* 78: 202-211.
- Bellon, M. 1991. The ethnoecology of maize variety management: A case study from Mexico. *Human Ecology* 19: 389-418.
- 1997. The dynamics of crop infraspecific diversity: a conceptual framework at the farmer level. *Economic Botany* 50: 26-39.
- ; and J.E. Taylor. 1993. Folk Soil Taxonomy and the Partial Adoption of New Seed Varieties. *Econ. Dev. and Cult. Change* 41: 726-786.
- Carter, M.R., and K.D. Wiebe. 1990. Access to Capital and Its Impact on Agrarian Structure and Productivity in Kenya. *Amer. J. Agr. Econ.* 72: 1146-50.
- de Janvry, A., M. Fafchamps, and E. Sadoulet. 1991. Peasant Household Behavior with Missing Markets: Some Paradoxes Explained. *Econ. J.* 101: 1400-1417.
- Dennis, J.V. 1987. Farmer management of rice variety diversity in northern Thailand. Unpublished PhD dissertation, Cornell University. Michigan University Microfilms, Ann Arbor.
- Fafchamps, M. 1992. Cash Crop Production, Food Price Volatility, and Rural Market Integration in the Third World. *Amer. J. Agr. Econ.* 74: 90-99.
- Feder, G. 1980. Farm Size, Risk Aversion and the Adoption of New Technology under Uncertainty. *Oxford Econ. Pap.* 32: 263-283.
- ; R. Just and D. Zilberman. 1985. Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey. *Econ. Dev. and Cult. Change.* 30: 59-76.
- Feder, G. and D. Umali. 1993. "The Adoption of Agricultural Innovations: A Review. *Tech. Forecasting and Soc. Change.* 43: 215-239.
- Hammer, J.S. 1986. Subsistence First: Farm Allocation Decisions in Senegal. *J. Develop. Econ.* 23: 357-69.
- Herath, H.M.G., J.B. Hardaker, and J.R. Anderson. 1982. Choice of Varieties by Sri Lanka Rice Farmers: Comparing Alternative Decision Models. *Amer. J. of Agric. Econ.* 1982: 87-93.
- Hiebert, D. 1974. Risk, Learning and the Adoption of Fertilizer Responsive Varieties. *Amer. J. Agr. Econ.* 56: 764-68.
- Just, R.E. and D. Zilberman. 1983. Stochastic Structure, Farm Size and Technology Adoption in Developing Agriculture. *Oxford Econ. Pap.* 35: 28-37.
- Kislev, Y., and N. Shchori-Bachrach. 1973. The Process of an Innovation Cycle. *Amer. J. Agr. Econ.* 55: 28-37.
- Leathers, H.D. 1991. "Allocable Fixed Inputs as a Cause of Joint Production: A Cost Function Approach." *Amer. J. Agr. Econ.* 73: 1083-90.
- McGuirk, A.M. and Y. Mundlak. 1991. *Incentives and Constraints in the Transformation of Punjab Agriculture.* IFPRI Research Report 87. Washington, D.C.: International Food Policy Research Institute (IFPRI).
- Meng, E. 1997. Land Allocation Decisions and *In situ* Conservation of Crop Genetic Resources: The Case of Wheat Landraces in Turkey. Doctoral dissertation. University of California-Davis.

- Renkow, M. and G. Traxler. 1994. Incomplete Adoption of Modern Cereal Varieties: The Role of Grain-Fodder Tradeoffs. Selected paper, American Agricultural Economics Association Annual Meetings, San Diego, August 7-10, 1994.
- Smale, M. 1992. Risk, Disaster Avoidance and Farmer Experimentation: The Microeconomics of HYV Adoption in Malawi. Doctoral dissertation. University of Maryland, College Park.
- ; R. E. Just and H.D. Leathers. 1994. Land Allocation in HYV Adoption Models: An Investigation of Alternative Explanations. *Amer. J. Agr. Econ.* 76: 535-546.
- Tsur, Y., M. Sternberg, and E. Hochman. 1990. Dynamic Modelling of Innovation Process Adoption and Learning. *Oxford Econ. Pap.* 42: 336-55.

LA INCORPORACION DEL CONOCIMIENTO "LOCAL" DEL AGRICULTOR EN LOS ESTUDIOS DE ADOPCION DE TECNOLOGIA

Mauricio R. Bellon —

1. Introducción

Actualmente existe un creciente interés y reconocimiento del conocimiento que los agricultores en los países en desarrollo tienen de su ambiente y de sus condiciones (Brokensha *et al.* 1980; DeWalt 1994). Se ha documentado el conocimiento que éstos tienen sobre sus suelos y ambientes productivos (Williams y Ortiz Solorio 1981; Bellon y Taylor 1993; Edwards 1987), sus cultivos y variedades (Bellon 1991; Brush *et al.* 1981), las plagas que los afectan (Bentley 1994), prácticas de manejo del cultivo, la fertilidad y el agua (Wilken 1987).

Este reconocimiento es uno de los argumentos utilizados para promover la participación de los agricultores en los programas de desarrollo en general, y en la generación y evaluación de tecnologías agrícolas en particular (Ashby *et al.* 1995; Bentley 1994). Se considera que este conocimiento puede jugar un papel central en lograr sistemas agrícolas sustentables (Toledo 1990; DeWalt 1994). Sin embargo, también se reconoce que este conocimiento tiene limitantes, ya que puede ser erróneo, llevar a decisiones equivocadas, o no ser utilizado del todo (Bellon, 1995; Bentley, 1994; Johnson, 1974). Esto hace que comprender y utilizar el conocimiento local en la búsqueda de nuevas tecnologías agrícolas sustentables no sea trivial.

El propósito del presente trabajo es mostrar que el conocimiento local puede aportar valiosa información sobre el contexto en que los agricultores toman decisiones, así como sobre sus incentivos y limitantes. Reconociendo, sin embargo que no se le debe idealizar, ya que éste puede ser erróneo o no tener ninguna relación con la conducta. El argumento de este artículo es que el conocimiento local puede ser utilizado para comprender el proceso de adopción de tecnologías agrícolas, particularmente al permitir generar hipótesis que relacionan los conocimientos de los agricultores con su conducta de adopción y que es necesario evaluarlo para que realmente pueda jugar un papel importante en la generación y adopción de nuevas tecnologías agrícolas sustentables.

Este artículo está organizado de la siguiente manera. La primera parte presenta una definición y clasificación de los tipos de conocimiento local. La segunda parte muestra la relación que existe entre este conocimiento y los procesos de decisión y las conductas

de los agricultores. La tercera parte analiza las fortalezas y debilidades de este conocimiento y presenta un modelo para explicar éstas, y que también sugiere maneras de interacción entre agricultores y científicos. La cuarta parte incorpora a este modelo, la relación conocimiento conducta. Finalmente se presentan las conclusiones.

2. Tipos de Conocimiento Local

El conocimiento local puede definirse como el conjunto de conocimientos, creencias y costumbres que son consistentes entre sí y lógicas para aquellos que las comparten, campesinos e indígenas, y que pueden o no estar en contraposición con las nociones de la ciencia occidental (modificado de Farrington y Martin 1988:23). Este conocimiento incluye, entre otros, a los vocabularios botánicos o farmacológicos de los campesinos e indígenas, el conocimiento de los suelos de los agricultores, el conocimiento de los animales por parte del cazador, etc. (Brush 1996)

El conocimiento local presenta diversos grados de complejidad, es compartido en diferentes grados por una población determinada, y su grado de consistencia entre sus poseedores varía. Basados en estas tres características podemos distinguir tres grandes categorías:

Percepciones

Taxonomías

Modelos causales

En el nivel más simple están las percepciones. Estas pueden o no ser ampliamente compartidas, y en muchos casos pueden ser idiosincrásicas, particulares a un individuo y sin ninguna o con poca consistencia entre individuos. Aunque también existen percepciones ampliamente compartidas y consistentes en una población.

Si de las percepciones se abstraen categorías con nombres y propiedades definidas, y éstas se sistematizan, relacionándose entre sí de manera jerárquica, entonces se generan taxonomías. Otro ejemplo son las respuestas de un grupo de agricultores a la pregunta de cuántos tipos de suelos hay en su zona. Ellos pueden responder que existen varios tipos de suelos. La Tabla 1 presenta los nombres, propiedades y relaciones de los suelos reconocidos por los agricultores de un ejido de Chiapas, México (Bellon 1990). Las taxonomías son ampliamente compartidas y presentan un buen grado de consistencia en una población determinada. Este tipo de conocimiento es el mejor documentado entre agricultores. Las taxonomías populares o *folk* en muchos casos son muy semejantes a las científicas (Brush 1996). De hecho, la taxonomía Linneana se originó en sistemas locales de conocimiento (Atran 1987). En el ejemplo de Chiapas, se mostró que efectivamente existían características fisicoquímicas estadísticamente diferentes entre los cinco tipos de suelos, y que estas características eran consistentes con las propiedades que los agricultores señalaban (Tabla 2).

Finalmente, existen modelos causales, del tipo "si esto ocurre, entonces esto sucede". Estos modelos pueden ser empíricos, esto es no dan una explicación del por qué de la relación entre causa y efecto, o pueden tener una teoría, esto es una explicación de por

Tabla 1. Características de los tipos de suelo una taxonomía folk de suelo según los agricultores, Ejido Vicente Guerrero, Chiapas, México.

Tipo de Suelo	Clase	Características según los agricultores
Tierra Negra	1	Pegajosa; retiene humedad; productiva en años secos, aunque puede saturarse en años húmedos y es difícil de trabajar; produce aún con poco fertilizante
Tierra Baya	2	Menos pegajosa que la Tierra Negra; tiene buena capacidad de retención de humedad, pero sin problemas de saturación en años húmedos; requiere fertilizante para un buen rendimiento de maíz
Tierra Colorada	3	Semejante a la Tierra Baya, sin embargo los agricultores distinguen entre ambas.
Tierra Colorada-Arenosa	4	No es pegajosa; requiere fertilizante para producir; el fertilizante se puede perder fácilmente; la hoja del arado es destruida rápidamente por la fricción con la arena
Tierra Cascajosa	5	La más pobre y menos productiva; requiere de altas aplicaciones de fertilizantes para un buen rendimiento; las plantas de maíz se pueden quemar fácilmente; se puede mejorar si se le aplica estiércol, pero esto no se hace comúnmente

qué se da la relación causa efecto. Por ejemplo, en el caso del ejido en Chiapas antes mencionado, los agricultores dijeron que existían variedades de maíz "aguantadoras" y "delicadas". Según ellos, esta distinción se refiere al cantidad de tiempo que se puede retrasar el deshierbe y la fertilización sin que haya una disminución del rendimiento. Con una variedad "delicada" el deshierbe no se puede retrasar mucho, mientras que en una variedad "aguantadora" sí se puede, o como decían los agricultores, "da tiempo". La Figura 1 muestra una representación gráfica de esta idea. Según este modelo, un agricultor puede distribuir su demanda de trabajo en un tiempo mayor y disminuir la posibilidad de cuellos de botella, plantando su tierra con una mezcla de estos dos tipos de variedades.

3. Conocimiento Local, Procesos de Decisión y Conducta

La relación entre el conjunto de conocimientos que un grupo humano tiene de su ambiente y su conducta con respecto a éste no es trivial ni mecánica. Todos estamos conscientes de que hay conocimientos que jamás se traducen en actos particulares. La conducta de muchos grupos humanos se desvía y en muchos casos contradice a las reglas culturales de lo que es reconocido como adecuado (Johnson 1974). Por otra parte, las personas frecuentemente toman decisiones sin poder articular por qué y, aunque no estén conscientes de ellas, éstas tienen un impacto definitivo sobre su conducta (Gladwin y Murtaugh 1980). No todos los actos humanos son el resultado de poseer conocimientos y no todos los conocimientos se traducen en actos específicos.

Tabla 2. Características fisicoquímicas de los tipos de suelo según una taxonomía de suelo local, Ejido Vicente Guerrero, Chiapas, México

Característica	Media	Tierra Negra	Tierra Baya	Tierra Colorada	Tierra Colorada arenosa	Tierra Cascajosa	Valor de p¹
Arena (%)	53.42	32.81	51.33	52.56	63.50	66.90	0.0013
Arcilla (%)	27.18	41.93	26.45	28.82	23.91	14.81	0.0026
pH	6.49	6.75	6.23	6.08	6.09	7.26	0.0005
Materia Orgánica (%)	3.88	7.53	2.91	3.57	3.51	1.88	0.0003
Capacidad de Intercambio							
Catiónico (meq/100g)	44.79	74.14	34.28	36.75	28.78	50.01	0.0012

1 Valor de p asociado con un análisis de varianza no balanceado utilizando las cinco clases de la taxonomía *folk* y los años bajo cultivo como covariante.

Fuente: Bellon 1990

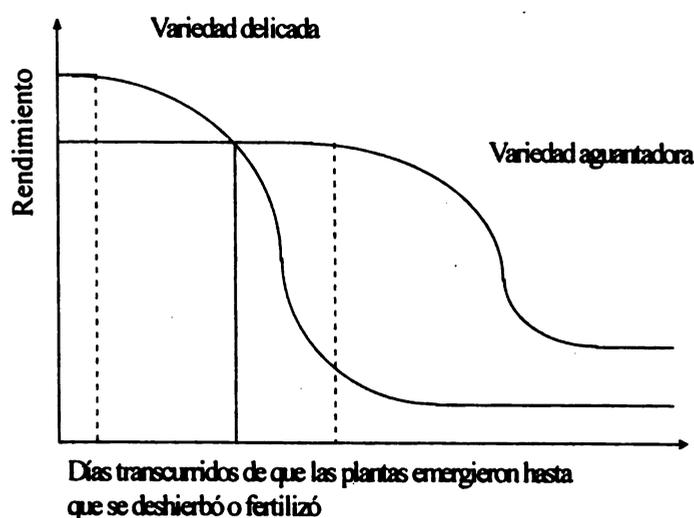


Figura 1. Modelo causal de la relación rendimiento - retraso de deshierbe según los agricultores del ejido Vicente Guerrero, Chiapas, México.

Fuente: Bellon 1990

No se puede suponer que debido al hecho de que en los grupos indígenas o campesinos se hayan documentado importantes conocimientos sobre su ambiente, estos necesariamente se traducen en manejos específicos. Sin embargo, si se quiere utilizar este conocimiento para diseñar o evaluar sistemas de manejo o tecnologías agrícolas, es fundamental ver si éste es lo suficientemente importante para guiar la conducta de sus poseedores, y si no lo es, por qué; ya que de otra manera se pueden desarrollar tecnologías o sistemas de manejo o utilizar criterios de evaluación basados en conceptos obsoletos o con poca relevancia para los agricultores.

Generalmente los pequeños agricultores no adoptan todo el paquete de tecnologías agrícolas que se les ofrecen, sino sólo una parte, que combinan con sus prácticas tradicionales (Feder *et al.* 1985; Byerlee y Hesse de Polanco 1986). Este proceso de síntesis debe estar mediado, al menos en parte, por una serie de conceptos y modelos locales. Por lo que es lógico suponer que la parte funcional del conocimiento "local" forma probablemente la referencia conceptual con la cual los agricultores interpretan y evalúan las nuevas tecnologías que se les presentan. De ahí que sea importante ser capaz no sólo de articular este conocimiento, sino también distinguir entre el conocimiento que es funcional y el que no, en términos de interpretación de la realidad y de generar conductas específicas con respecto a la adopción de nuevas tecnologías.

Aunque el reconocimiento de la importancia del conocimiento local es relevante, uno no debe olvidar que existen factores y limitantes exógenos que pueden jugar un papel fundamental en la conducta del agricultor. Por ejemplo, los agricultores pueden saber que hacer para mantener la fertilidad de sus suelos, sin embargo factores externos pueden limitar lo que pueden hacer al respecto. Por lo tanto es importante ubicar al conocimiento

local en el contexto de los factores exógenos que afectan los procesos de decisión del agricultor y por ende su conducta. La adopción de tecnología es al fin de cuentas una decisión del agricultor.

La Figura 2 presenta un modelo heurístico de la relación entre el conocimiento local del agricultor, su proceso de toma de decisiones, su conducta y otros factores exógenos que influyen sobre ésta. El ambiente biofísico (v.g., suelos, clima, vegetación, etc.), las condiciones socioeconómicas del hogar (p. ej. tamaño de la familia y la finca, trabajo extra finca, educación, etc.), la comunidad (v. gr., infraestructura local, escuelas, tiendas) y la región (p. ej., caminos, transporte, etc.), la cultura y las instituciones locales (tradiciones, patrones de reciprocidad, gobierno local, etc.) y las políticas gubernamentales (subsídios, políticas de precios, derechos de propiedad, etc.) interactúan con las conductas del agricultor, produciendo éxitos o fracasos. Estos éxitos o fracasos generan conocimiento local, que puede sistematizarse y compartirse. Este conocimiento, a su vez se combina con los objetivos del agricultor y las condiciones de los factores exógenos antes mencionados para generar decisiones, que a su vez se traducen en conductas, etc. y el ciclo se repite. En el largo plazo los factores exógenos también afectan los objetivos del agricultor. El conocimiento local es sólo uno de los factores que influyen en los procesos de decisión del agricultor.

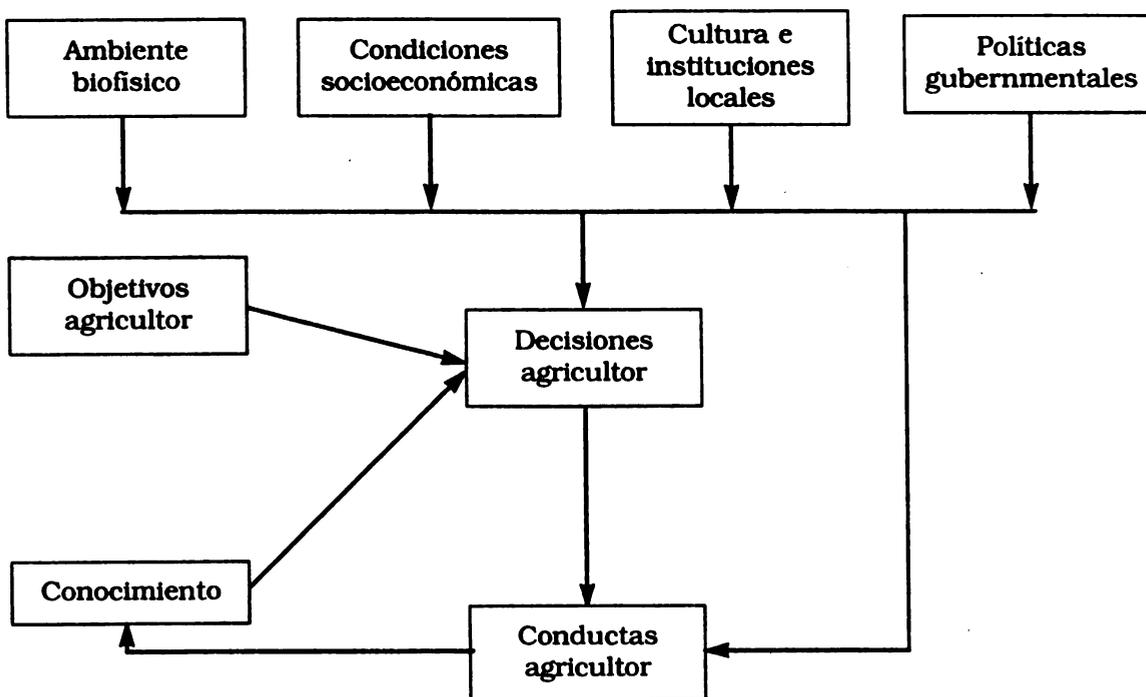


Figura 2. Modelo heurístico de la relación entre factores exógenos, conocimiento y conducta

Los agricultores del ejido en Chiapas antes mencionado presentan un ejemplo de como el conocimiento local se puede combinar con factores exógenos para iluminar los procesos de decisión de los agricultores. Ellos dijeron que ciertas variedades de maíz debían sembrarse en tipos específicos de suelo, según su taxonomía. Se pudo demostrar económicamente que esta asociación realmente se daba. La variedad mejorada estuvo asociada con los mejores suelos, la variedad acriollada ocupaba de los mejores a los suelos intermedios, y la variedad criolla estaba asociada con los suelos más malos. Asimismo, una serie de características socioeconómicas del agricultor y su familia influían sobre este proceso (Bellon y Taylor 1993).

4. Las Fortalezas y Debilidades del Conocimiento Local: El Modelo de Bentley

Aunque hay que reconocer el valor y la importancia del conocimiento local, tampoco hay que idealizarlo. Existen muchas cosas que los agricultores no saben o mal interpretan, por ejemplo, muchos campesinos no saben sobre la predación entre insectos o el parasitismo y creen que casi todos los insectos son malos (Bentley 1994). Bentley (1992) ha presentado un modelo para comprender las fortalezas y debilidades del conocimiento local. Este modelo se basa en dos ideas: facilidad de observación (o que tan conspicuo algo es) e importancia cultural (o su importancia perceptual).

La facilidad de observación determina que tan bien alguien puede observar algo, y está determinado por su aspecto físico, tal como su tamaño y morfología. La importancia cultural determina lo que la gente decide observar. De esta manera clasifica al conocimiento en cuatro categorías, que tienen características distintas en términos del grado de detalle, sistematización y coincidencia con el conocimiento científico occidental. Asimismo, con base en esta clasificación, él propone un modelo de interacción entre científicos y técnicos con los agricultores. La Tabla 3 presenta un resumen de este modelo.

Tabla 3. Clasificación del conocimiento local según el modelo de Bentley

Clasificación del conocimiento local	Características	Interacción entre agricultores y científicos
Culturalmente importante y de fácil observación.	Este es el conocimiento más detallado y sistemático, amplia presencia de taxonomías "folk" bien desarrolladas.	Los científicos aprenden de los agricultores.
De fácil observación y sin importancia cultural.	Existe nombres y taxonomías, pero poco detalladas y superficiales	Los científicos enseñan nuevos conceptos a campesinos y aprenden de los que sintetizan la información nueva con la antigua
Culturalmente importantes, pero de difícil observación.	Pueden existir taxonomías complicadas o no dependiendo de factores biofísicos. Generalmente, en esta área se encuentra el conocimiento que se contrapone o esta en conflicto con el conocimiento científico occidental	Los científicos aumentan las taxonomías folk, facilitan las observaciones de los agricultores, desafían creencias existentes
Difíciles de observar y sin importancia cultural.	Este es el sector vacío, donde no hay nombres ni explicaciones	Los agricultores aprenden de los científicos

Fuente: Bentley 1992.

5. El Modelo de Bentley Modificado: La Incorporación de la Conducta

El modelo de Bentley muestra que el conocimiento local puede ser clasificado en cuatro categorías, y que cada una de éstas tiene distintas implicaciones sobre su aplicación al manejo de un problema agrícola. El modelo de Bentley se basa en una suposición importante, y es que el conocimiento es utilizado por los agricultores y se traduce en conductas específicas. Como he argumentado anteriormente esta suposición no es siempre cierta. No todo conocimiento conduce a una conducta particular, y no toda conducta está asociada con un conocimiento específico. Esto agrega una nueva dimensión al modelo de Bentley, ya que antes de llegar a sus cuatro categorías hay que evaluar si el conocimiento local está asociado o no a conductas específicas y de interés para la tecnología enfocada y cuál sería la interacción entre científicos y técnicos con los agricultores. El Tabla 4 presenta un resumen de este modelo.

Tabla 4. Clasificación del conocimiento local teniendo en cuenta su impacto sobre la conducta del agricultor

Clasificación del conocimiento local	Se traduce en conductas específicas	No se traduce en conductas específicas
Culturalmente importante y de fácil observación.	Este conocimiento debe ser tomado en cuenta, para evaluar, desarrollar o modificar tecnologías, prácticas, o métodos de manejo agrícola	Averiguar por qué no tiene impacto sobre la conducta. Estudiar el papel de los factores exógenos en esta falta de relación
De fácil observación y sin importancia cultural.	El problema es que si la falta de conocimiento conduce a los agricultores a realizar prácticas no deseables. En cuyo caso, el conocimiento faltante debería ser provisto por los científicos	Averiguar si el proveer nuevos conceptos podría tener un impacto deseable sobre su conducta
Culturalmente importantes, pero de difícil observación.	Los científicos proveen el conocimiento faltante, facilitan las observaciones de los agricultores, y desafían creencias existentes, particularmente si este conocimiento está asociado con conductas no deseables	Los científicos proveen el conocimiento faltante, facilitan las observaciones de los agricultores, y desafían creencias existentes, particularmente si el tener este conocimiento promovería conductas deseables
Difíciles de observar y sin importancia cultural.	Los científicos proveen el conocimiento faltante particularmente si este conocimiento está asociado con conductas no deseables	Los científicos proveen el conocimiento faltante particularmente si el tener este conocimiento promovería conductas deseables

Este modelo nos puede guiar en la evaluación y utilización del conocimiento local de los agricultores. También sugiere una serie de pasos metodológicos a seguir: obtener el conocimiento local relacionado con la conducta de interés, por ejemplo la adopción o no adopción de una tecnología. Transformar en hipótesis los elementos de este conocimiento donde esperamos una conducta de interés, por ejemplo la taxonomía de suelo y su asociación con la elección de la variedad o la dosis de fertilización. Recopilar de manera sistemática los datos que permiten poner a prueba esta hipótesis. Esto permite clasificar al conocimiento en las categorías de la matriz definida en el Tabla 4, lo que sugiere la interacción entre agricultor y científico.

6. Conclusiones

El conocimiento local de los pequeños agricultores en países en desarrollo es extenso, sistemático y en muchas ocasiones utilizado para hacer importantes decisiones de manejo agrícola. Una de estas decisiones es la de adoptar o no una nueva tecnología. Sin embargo, este conocimiento tampoco es mágico, tiene limitantes y lagunas, que se pueden traducir en manejos erróneos, tales como el uso incorrecto de una tecnología. De ahí la importancia de comprender la estructura y el papel que este conocimiento juega entre los agricultores. Esta comprensión nos permite además tener una mejor idea de cómo científicos y agricultores pueden interactuar, utilizando este conocimiento como base.

Bibliografía

- Ashby, J., T. García, M. P. Guerrero, C. A. Quirós, J. I. Roa y J. A. Beltrán. 1995. Institutionalising farmer participation in adaptive technology testing with the "CIAL". *ODI Agricultural Research and Extension Network, Network paper 57*.
- Atran, S. 1987. Origin of the species and genus concepts: an anthropological perspective. *Journal of the History of Biology* 20: 195-279.
- Bellon, M. R. 1990. The Ethnoecology of Maize Production under Technological Change. Tesis de Doctorado, Universidad de California, Davis.
- ; 1991. The ethnoecology of maize variety management: a case study from Mexico. *Human Ecology* 19: 389-418.
- ; 1995. Farmers' knowledge and sustainable agroecosystem management: an operational definition and an example. *Human Organization* 54: 263-272.
- ; y J. E. Taylor. 1993. "Folk" soil taxonomy and the partial adoption of new seed varieties. *Economic Development and Cultural Change* 41: 763-786.
- Bentley, J. W. 1992. El rol de los agricultores en el MIP. *CEIBA* 33: 357-367.
- ; 1994. Facts, fantasies, and failures of farmer participatory research. *Agriculture and Human Values* 11: 140-150.
- Brokensha, D., D. W. Warren, y O. Werner. 1980. *Indigenous Knowledge Systems and Development*. Lanham, MD: University Press of America.
- Brush, S. B. 1996. Whose knowledge, whose genes, whose rights. En S. B. Brush y D. Stabinsky (eds), *Valuing Local Knowledge: Indigenous People and Intellectual Property Rights*. Washington, D.C.: Island Press, pp. 1-21.
- ; .. H. J. Carney, y Z. Huaman. 1981. Dynamics of Andean potato agriculture. *Economic Botany* 35:70-88.

- Byerlee, D. y E. Hesse de Polanco. 1986. Farmers' stepwise adoption of a technological package: evidence from the Mexican Altiplano. *American Journal of Agricultural Economics* 68: 519-527.
- DeWalt, B. R. 1994. Using indigenous knowledge to improve agriculture and natural resource management. *Human Organization* 53: 123-131.
- Edwards, R.J.A. 1987. Farmers' knowledge: utilization of farmers' soil and land classification in choice and evaluation of trials. Ponencia presentada en el taller "Farmers and Agricultural Research: Complementary Methods". Institute of Development Studies, Sussex, July.
- Farrington, J. y A. Martin. 1988. Farmer participation in agricultural research: A review of concepts and practices. *ODI Agricultural Administration Unit, Occasional Paper* 9.
- Feder, G., R. E. Just, y D. Zilberman. 1985. Adoption of agricultural innovations in developing countries: a survey. *Economic Development and Cultural Change* 33:255-298.
- Gladwin, H. y M. Murtaugh. 1980. The attentive-preattentive distinction in agricultural decision-making. En P. F. Barlett (ed), *Agricultural Decision Making: Anthropological Contributions to Rural Development*. New York: Academic Press, pp. 115-136
- Johnson, A. 1974. Ethnoecology and planting practices in a swidden agricultural system. *American Ethnologist* 1: 87-101.
- Toledo, V. M. 1990. The Ecological Rationality of Peasant Production. En M. A. Altieri y S. Hecht (eds), *Agroecology and Small Farm Development*. Boca Raton, Florida: CRC Press, pp. 53-60.
- Wilken, G. C. 1987. *Good Farmers: Traditional Agricultural Resource Management in Mexico and Central America*. Berkeley CA: University of California Press.
- Williams, B. J. y C. A. Ortíz Solorio. 1981. Middle American folk taxonomy. *Annals of the Association of American Geographers* 71: 335-358.

CAMBIO TECNICO E INVERSION EN INVESTIGACION AGRICOLA: LA EXPERIENCIA LATINOAMERICANA¹

Jorge Ardila

1. El Papel de la Agricultura en el Desarrollo

Hoy existe un claro consenso en el sentido de que en el proceso de desarrollo económico de los países es cada vez más importante el papel de los mercados, y, paralelamente, es necesaria la acción del Estado, tanto para la provisión de bienes públicos que los mercados no pueden proveer, como para garantizar el adecuado funcionamiento de los mismos.

En una economía globalizada y abierta a los mercados internacionales, el papel y la contribución de la agricultura al desarrollo económico puede ser muy importante, pero, para que esto ocurra, la agricultura debe crecer significativamente. Este crecimiento en gran medida depende de: a) Inversiones de capital para el desarrollo de empresas y para la construcción de una infraestructura moderna de apoyo a la producción b) incorporación de tecnología moderna, compatible con los criterios de competitividad y sostenibilidad², y c) selección de productos con mercados y precios remunerativos.

Crecimientos acelerados de la agricultura por desarrollo de nuevos mercados y por mayores inversiones en tecnología e infraestructura, pueden incluso revertir la tendencia general de pérdida de importancia relativa del sector agrícola en el PIB. Este parece ser el caso del Ecuador, cuyas exportaciones agrícolas han crecido de una manera significativa en los últimos 10 años, permitiendo que la participación de la agricultura en el PIB se incremente del 12% en el periodo 1980/85, al 13,6% en el periodo 1992/93.

Esta relación entre el crecimiento de la agricultura y el comportamiento de otros sectores de la economía ha sido demostrada por varios autores entre ellos Timmer, quien

1 Se agradece la cooperación de David Rodríguez en la preparación de información utilizada en este trabajo. Los comentarios y opiniones del autor no comprometen la institución para la cual trabaja.

2 Es difícil determinar en casos específicos de reducción de presupuestos públicos a la investigación agropecuaria si la disponibilidad total de tecnología en un país ha crecido o no, en razón de que los procesos de globalización han implicado un mayor acceso de muchos países a tecnologías desarrolladas en otros países y centros especializados, muchas veces a través de importantes inversiones de capital en negocios agrícolas.

trabajando con una muestra de 70 países en desarrollo encontró una relación positiva y significativa, con datos de 1960 a 1985, entre el crecimiento de la agricultura y el crecimiento no agrícola. (Timmer 1995a).

Esta relación parece incrementarse con el tiempo, a medida que el proceso de desarrollo incide en la transformación de la estructura económica de la producción. Por ejemplo en el caso de Colombia, país que en ALC muestra en las últimas décadas el proceso más rápido de transformación en la estructura de producción, se encontró que la elasticidad del PIB agrícola en relación al PIB total cambió en un período de 40 años de la forma que muestra la tabla siguiente (Ver Caballero *et al.* 1991.):

Tabla 1. Elasticidad del PIB agrícola en relación con el PIB total, Colombia 1945- 1989

Período	Elasticidad
1945 - 1974	0.636
1975 - 1989	0.791
1985 - 1989	0.946

Esto significaría, si es aplicable a otros casos, que la interacción de la agricultura con otros sectores se vuelve más positiva a medida que el país crece, y que, de igual manera, una declinación en la tasa de crecimiento agrícola cuando la elasticidad es positiva, implica un decrecimiento de los otros sectores. La consideración del complejo agroalimentario, por ejemplo, que tiene su origen en la actividad agrícola, puede multiplicar por varias veces el valor de la producción primaria, agregando valor y generando numerosas oportunidades económicas en otros sectores.

A pesar de que el mayor crecimiento de la economía implica generalmente una pérdida relativa en la importancia del sector agrícola, esto no implica que la agricultura deje de crecer, sino que otros sectores crecen más rápido, y gran parte de ese crecimiento puede estar asociado con la agricultura. Sin embargo, este efecto económico ampliado de la agricultura en la economía no ha sido diferenciado adecuadamente en las cuentas nacionales de los países, de tal manera que se torna difícil analizar en forma integral el papel de la agricultura en la economía global, sin el desarrollo de estudios especializados.

La naturaleza de la intervención del Estado en la agricultura está relacionada en gran parte con el tipo de fallas de mercado que se presentan, pero también la participación del Estado puede generar fallas cuyo costo y consecuencias para la sociedad, que pueden ser más elevadas que la falla que pretende resolver.

Con la Revolución Verde, proveniente de centros internacionales de investigación y asociada con los institutos nacionales de investigación pública en muchos países, quedó demostrado que los cambios en la productividad agrícola pueden ser tan importantes o más que los cambios en productividad en otros sectores, con retornos apreciables, que pueden obrar como factor primario de atracción a las inversiones y como variable de primer orden en el crecimiento económico de la agricultura.

Además de su papel en los mercados y en el crecimiento económico, es evidente que la agricultura juega un papel crucial en la provisión de seguridad alimentaria, alivio a la

pobreza rural y urbana y protección del medio ambiente, funciones de desarrollo que no pueden ser garantizadas completamente por los mercados, que requieren de la intervención directa del Estado, y que pueden incluso tener una interacción negativa con el objetivo global del crecimiento económico y el desarrollo social.

Dentro de este binomio Estado-sector privado en la búsqueda del desarrollo económico, vale la pena hacer las siguientes aclaraciones:

- a) Las fallas de Estado pueden llevar a privatizar la prestación de algunos servicios públicos, que pueden ser ofrecidos más eficientemente y a menor costo por el sector privado, como parece estar ocurriendo con algunos servicios públicos como la extensión rural y la investigación. Cuando el proveedor alternativo al Estado es más eficiente, la privatización debe operar, y esto no significa que el Estado deja de operar, sino que lo puede hacer por otros medios, sin abandonar su función. (Caso contratación privada de servicios de extensión.)**
- b) En el caso de que las fallas de Estado lleven al abandono de acciones que forman parte imprescindible de la inversión pública necesaria para permitir que los mercados operen bien y que la agricultura crezca, las consecuencias pueden ser serias y afectar el crecimiento sectorial. (Por ejemplo disminuir presupuestos de investigación, tomando como razón fundamental la ineficiencia de algunas organizaciones públicas de investigación).**
- c) De igual manera, cuando el sector privado y los mercados en general no pueden proveer los bienes públicos arriba mencionados (alivio de la pobreza, protección ambiental y seguridad alimentaria, entre otros), se impone la acción del Estado. De igual manera, la intervención del sector privado pueden generar una serie de externalidades que van en contra de intereses globales de la sociedad.**
- d) La interacción de la acción pública y privada es esencial para el logro de tasas adecuadas de crecimiento sectorial. La división entre bienes públicos y privados puede ser difícil, como quiera que muchos de los bienes o resultados producidos por ejemplo en investigación, incorporan elementos de bien público y privado. Por ejemplo las compañías de semillas saben hace años que entre mejores programas de recursos genéticos existen en las organizaciones públicas de investigación, mayores serán las oportunidades de mercado para sus productos.**
- e) La apertura económica de mercados ha llevado a una globalización de la tecnología, entendida como mayores oportunidades de utilización de tecnologías generadas en otros países y por organizaciones diferentes al sector público, ampliando el número de proveedores de tecnología alternativos al Estado, llevando a mayores oportunidades para la inversión pública en Investigación. Adicionalmente, numerosas empresas privadas extranjeras y multinacionales han incrementado sus inversiones agrícolas en la región, importando paralelamente un considerable volumen de tecnologías, como está sucediendo por ejemplo con la producción de frutas tropicales en varios países.**

Estas inversiones privadas pueden generar externalidades negativas importantes por ejemplo en términos de contaminación de suelos y de acuíferos utilizados por las comunidades rurales, con el agravante de que en numerosos países de la región no existe la capacidad suficiente en el sector público para monitorear, evaluar y corregir estas situaciones (nuevas demandas de bienes públicos, derivadas de la intervención privada).

La cuestión sustancial de estos planteamientos lleva a la pregunta de si el énfasis actual en los procesos de libre mercado, reforzados por una política creciente de privatización, pueden incrementar significativamente el riesgo de i) eliminar la inversión pública que es requerida para hacer rentable la economía de mercado y ii) llevar a un significativo descuido del Estado en la provisión de ciertos bienes públicos indispensables para el logro del desarrollo económico, como en el caso de la investigación agropecuaria.

El caso de la investigación desde esta perspectiva es importante, como quiera que conforma una serie de actividades en las cuales el interés directo del sector privado puede ser reducido, ya que no siempre quien participa en los costos de investigación puede capturar todos los beneficios económicos (no apropiabilidad) y muchos pueden compartir los beneficios sin compartir los costos (*free riders*), o las características propias de la investigación la hacen no atractiva al sector privado, dando lugar a una falla de mercado que requiere de la intervención estatal³.

Dentro de este contexto se presenta a continuación el tema de las inversiones para cambio técnico en la región, procurando una explicación, y tratando de estimular un debate sobre las medidas correctivas para que el sector pueda participar activamente en los nuevos retos que plantea el desarrollo económico.

2. Situación Global y Tendencias en las Inversiones en Investigación Agrícola

2.1 Invertir en investigación es rentable

Las inversiones en investigación agrícola producen un efecto económico bastante importante, que puede ser medido acudiendo a la teoría del excedente económico. Este excedente representa los beneficios obtenidos tanto para productores como para consumidores, derivados de un menor precio relativo del producto en el mercado, y de un menor costo de producción combinado con una mayor oferta de mercado, como producto de la investigación. En la Figura 3, este excedente está representado por el área ABC, generada al producirse un desplazamiento de la oferta como consecuencia de la investigación⁴.

Las inversiones en investigación agrícola son por lo general bastante rentables. Tomemos como ejemplo los resultados de evaluaciones hechas para el caso del trigo, recopiladas por Echeverría 1990, como se ilustra en el Tabla 2.

3 En numerosas oportunidades la investigación requiere de un largo periodo de maduración, y el riesgo en cuanto a la obtención de los resultados puede ser elevado, como también las inversiones requeridas.

4 Las premisas fundamentales de este análisis se basan en que la curva de demanda (estable en este ejemplo) refleja la utilidad marginal del producto en cuestión, y la curva de oferta refleja el costo de oportunidad marginal de los recursos utilizados en la producción

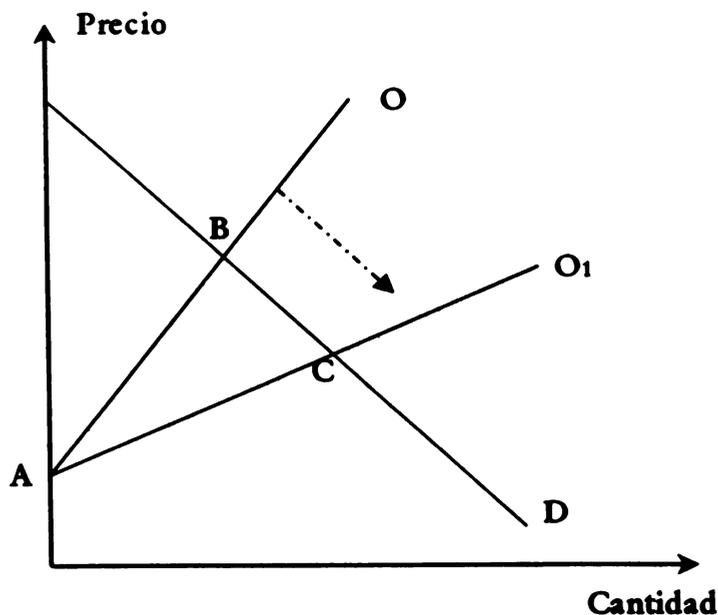


Figura 3. Ilustración general del excedente económico producido por la investigación agrícola.

Tabla 2. Tasas de retorno estimadas de la inversión en investigación en trigo, 1958 - 1990

Autor	País/Región	Período	Tasa de retorno (%)	Observaciones
Barletta	México	1943/63	90	
Hertford/Trujillo	Colombia	1927/76	11 - 12	
Wennergren y Whitaker	Bolivia	1966/75	- 48	
Kislev y Hoffman	Israel	1954/73	125 - 150	
Sundquist <i>et al.</i>	USA	1977	97	Incluye variables de retardo de 6 años y para medir <i>spillovers</i> (efectos de desborde) fuera de los Estados.
Yrarrazaval <i>et al.</i>	Chile	1949/77	30 - 39	
Zentner	Canadá	1946/79	30 - 39	Incluye extensión rural.
Avila <i>et al.</i>	Brasil	1974/96	22 - 30	Retornos a inversiones en capital humano.
Nagy	Pakistán	1967 - 81	58	
Ambrosi y Cruz	Brasil/CNPT	1974/90	59 - 74	40% incluyendo capital físico.
Furtan y Ulrich	Canadá	1950/83	29	
Norton <i>et al.</i>	Perú/INIPA	1981 - 2000	18 - 36	Incluye extensión rural
Evenson y Cruz	PROCISUR	1979/88	110	Mide impacto de red para Brasil, Argentina, Chile, Uruguay y Paraguay

Fuente: Echeverría 1990.

Estos niveles de rentabilidad se pueden considerar bastante elevados, aunque se presentan algunos niveles bajos, y en este caso un resultado negativo. En general los beneficios obtenidos de la investigación superan bastantes veces los costos incurridos en el desarrollo de la nueva tecnología.

Se ha observado gran variabilidad en las tasas obtenidas, y los expertos atribuyen a tres grupos de variables principales esta situación (Peterson 1979).

- a) Elasticidad de producción de la investigación, cuando la investigación es tomada como una variable separada en una función de producción agrícola. Es en otras palabras el valor del K utilizado originalmente por Griliches en su trabajo pionero (Griliches 1958). Esta variable tiene que ver en gran parte con la calidad y capacidad de los investigadores y el tamaño de los programas, variables que inciden en los resultados alcanzados. Si el tipo de investigación en cuestión está sujeta a economías de escala, los programas de mayor tamaño obtendrán mejores resultados. De igual manera, el índice de capital humano, medido por la combinación de formación académica y años de experiencia, puede incidir significativamente en la calidad de los resultados, y por consiguiente en el valor del K obtenido.
- b) Valor del producto agrícola generado por la investigación, en relación con los gastos incurridos en ésta. Como se sabe, existen investigaciones que por unidad de resultado son más costosas. (Por ejemplo investigaciones en genética de bovinos por comparación con trabajos de mejoramiento genético de especies menores). A mayor valor del producto obtenido en relación a los costos incurridos, mayor tasa de retorno, *ceteris paribus*. Aquí también incide el tipo de negocio agrícola y la propia rentabilidad del cultivo, y el tipo de tecnologías seleccionadas, ya que algunas de ellas pueden tener un efecto mayor sobre la productividad y la rentabilidad del cultivo.
- c) Período de maduración (*lag*) de las inversiones en investigación. Cuanto mayor sea el tiempo requerido para obtener los resultados económicos de la investigación (impacto en producción), menor será la tasa de retorno. Programas de investigación adaptativa, como muchos desarrollados por los INIA de la región, que parten de resultados intermedios logrados por otras instituciones como los centros internacionales, tienen periodos de maduración más cortos. Existen de igual manera investigaciones cuyos resultados requieren de un mayor período de investigación.

Una cuarta variable que es posible agregar, que tiene que ver con el modelo organizacional de la investigación, que va más allá de programas individuales de investigación y que influye decididamente en la eficiencia, productividad y rentabilidad de los recursos invertidos en investigación.

Por ejemplo, organizaciones de investigación centralizadas y con sistemas débiles de selección y capacitación de personal, con mecanismos politizados para la selección de su personal y sus prioridades de trabajo, y sin formas adecuadas de interacción con los productores para la identificación de sus demandas, tendrán un volumen de resultados inferior y de menor calidad que organizaciones actualizadas y bien organizadas.

No basta con tener buenos investigadores, es necesario contar con buenas organizaciones. Esta variable es de crucial importancia en ALC, en donde es frecuente encontrar un bajo perfil e imagen institucional en organizaciones de investigación especialmente públicas, coexistiendo en oportunidades con buenos equipos de investigación. Esta

situación presiona en numerosos países a los formuladores de política a una reducción sustancial de los presupuestos asignados a la investigación pública, y a la búsqueda paralela de nuevas formas de inversión en investigación, por ejemplo a través de fondos de acceso competitivo.

Existen varias metodologías y modelos para evaluar el impacto y la rentabilidad de las inversiones en investigación, a partir del trabajo pionero de Griliches, y para algunos de ellos se ha progresado en el diseño de programas de software que facilitan considerablemente los cálculos, como se ilustra en la Tabla 3⁵.

Tabla 3. Programas para evaluación del impacto económico de inversiones en investigación, y características principales.

Programas	Tipo de análisis	Consideración sobre mercados	Precios utilizados de rentabilidad	Análisis
EvalTEC	Ex post, Ex ante	Una región, economía cerrada	Exógenos	VAN, TIR, B/C
SIGMA	Ex post, Ex ante	Una región, economía cerrada	Exógenos	VAN, TIR, B/C
MODEXC	Ex post, Ex ante	Una región, economía cerrada y abierta	Endógenos	VAN, TIR, B/C
DREAM	Ex ante	Múltiples regiones y economía cerrada y abierta	Endógenos	VAN

Fuente: IICA 1995.

Estos nuevos modelos, por comparación con los anteriores, representan un paso importante en el camino de su divulgación y mayor uso por instituciones de investigación, por cuanto disminuyen en gran parte la necesidad de que los equipos de investigación agrícola comprendan a cabalidad conceptos de teoría económica y estadística avanzada. Sin embargo, su mayor utilización dependerá en gran parte de la divulgación de un mínimo de conceptos económicos entre los investigadores, como también de la organización de equipos de economistas en los centros de investigación, que tengan como parte de su función hacer más fácil al investigador la comprensión de los elementos económicos de su trabajo.

Sin embargo, la actual apertura institucional y mayor movilidad de los recursos humanos de investigación, permitirán a corto plazo que estructuras de investigación localizadas en las universidades, o firmas de consultoría económica, puedan prestar este servicio a las organizaciones de investigación, sin la necesidad de acudir a la organización de equipos especializados de economía al interior de las propias organizaciones.

5 El modelo EVALTEC ha sido desarrollado por el IICA y EMBRAPA, el modelo DREAM ha sido perfeccionado en trabajo conjunto IFPRI/IICA/BID en el proyecto IBP2 1997, el modelo MODEXC ha sido desarrollado por el CIAT y el SIGMA por el INTA de Argentina.

2.2 El financiamiento de la investigación agropecuaria a nivel global y regional

Gran parte de la preocupación por las inversiones en investigación agropecuaria reside en el hecho de que éstas afectan significativamente los niveles de productividad, y por consiguiente la tasa de crecimiento agrícola. Una disminución importante en los niveles de financiamiento de la investigación agrícola puede en consecuencia tener un efecto negativo significativo en los niveles de productividad y crecimiento.

Es interesante examinar brevemente la posición de la región en relación con el total de inversiones en investigación a nivel mundial. Para ello, analicemos en primer lugar lo que ha acontecido con la inversión pública en el período 1981-1991. (Tabla 4) (Alston *et al.* 1997).

Tabla 4. Gastos en investigación pública a nivel internacional.
(Millones de dólares de 1985)

Países	1981	1991	Tasa anual de crecimiento (%)	Porcentaje del total para 1991
Países en desarrollo	5 535	8 017	3.8	53.6
Africa Subsahariana	927	968	0.8	6.5
China	939	1 494	4.7	9.9
Asia y Pacífico (sin China)	1 922	3 502	6.2	23.4
A. Latina y el Caribe	1 008	951	-1.1	6.3
Asia Occidental y Norte de Africa	738	1 102	4.0	7.5
Países desarrollados	5 713	6 941	1.7	46.4
GRAN TOTAL	11 248	14 958	2.0	100.0

Preocupa la situación de ALC, ya que es la única región que ha disminuido las inversiones públicas en investigación en los años considerados, lo cual le ha hecho perder participación en el total de inversión a nivel mundial. En efecto, ALC invertía en 1981 el 8.96% del total mundial, y en 1991 este porcentaje ha bajado a 6.35. Resaltan las tasas de crecimiento para el Asia y Pacífico, China y Asia Occidental y Norte de Africa, en todos los casos superiores al 4,0% anual.

Si bien en los países hoy desarrollados el porcentaje de participación del gasto privado en el total se acerca al 50 %, en la región esta participación, según diversas fuentes, fluctúa entre el 7,0 y el 14,0% del total, aún considerado muy bajo. En este sentido, la inversión pública continúa siendo la mayor fuente de financiamiento de la investigación, y por ello es de crucial importancia analizar su comportamiento. Para tener una idea de la evolución de esta inversión en los últimos años en la región, ver la Tabla 5.

Tabla 5. ALC. Variación en recursos financieros para la investigación pública.

Recursos financieros en millones de US\$ de 1985.			
Países	1981/85	1992/93	Variación %
Cono Sur			
Argentina	46.7	70.4	50.75
Brasil	248.9	217.3	-12.7
Paraguay	11.8	1.6	86.44
Uruguay	4.3	12.6	193.02
Subtotal	311.7	301.9	-3.14
Area Andina			
Bolivia	1.3	5	284.62
Colombia	19.9	18.9	-5.03
Ecuador	11.9	4.3	-63.87
Perú	13.8	22.7	64.49
Venezuela	44.7	20.6	-53.91
Subtotal	91.6	71.5	-21.94
Centroamérica			
El Salvador	4.5	0.8	-82.22
Guatemala	6.8	4.3	-36.76
Honduras	2.6	0.5	-80.77
Panamá	7	5.4	-22.86
Subtotal	20.9	11	-47.37
Gran Total	424.2	384.4	-9.38

Fuente: Lindarte 1993.

Es claro que se está presentando una disminución importante en las inversiones públicas en investigación en un número importante de países de la región, y que por subregiones esta situación es más delicada en los casos de Centroamérica y los Países Andinos, en los cuales la disminución desde 1981 ha sido de 47,37 y 21,34 por ciento respectivamente, permitiendo una concentración adicional en el Cono Sur, que ha pasado de un 73,3% en 1981/85 a un 78,5 del total invertido en la región.

Aún con tasas elevadas de retorno, la situación general detectada para la investigación en la región es de subinversión, en el sentido de que los retornos potenciales a inversiones adicionales en investigación agropecuaria serían muy superiores a los costos adicionales de no hacerlo, en términos de productividad y crecimiento.

Si esto es así, ¿por qué entonces la reducción? Volveremos sobre este tema más adelante.

2.3 Tendencias en el modelo de financiamiento de la investigación en ALC

El comportamiento de las inversiones en investigación en general puede acoplarse a un modelo en el cual a medida que la importancia del sector agrícola disminuye, medida por la participación del Producto Interno Bruto Agropecuario (PIBA) en el PIB total, el porcentaje de gastos en investigación se incrementa. Para un trabajo realizado en 1991, usando una muestra de 64 países, los países desarrollados gastaron US\$2,39 en investigación pública agrícola por cada 100 dólares de PIBA, cifra muy superior a los US\$1,38 gastados 20 años antes. Los países en desarrollo, por su parte, estaban gastando US\$0,51 en 1991, frente a US\$0,38 en 1971. (Alston, Pardey y Roseboom 1997)

En ALC se presenta una característica similar en cuanto al comportamiento de los gastos en investigación, como se puede observar en la Figura 4, al procesar información suministrada por el IICA⁶ (Lindarte 1993).

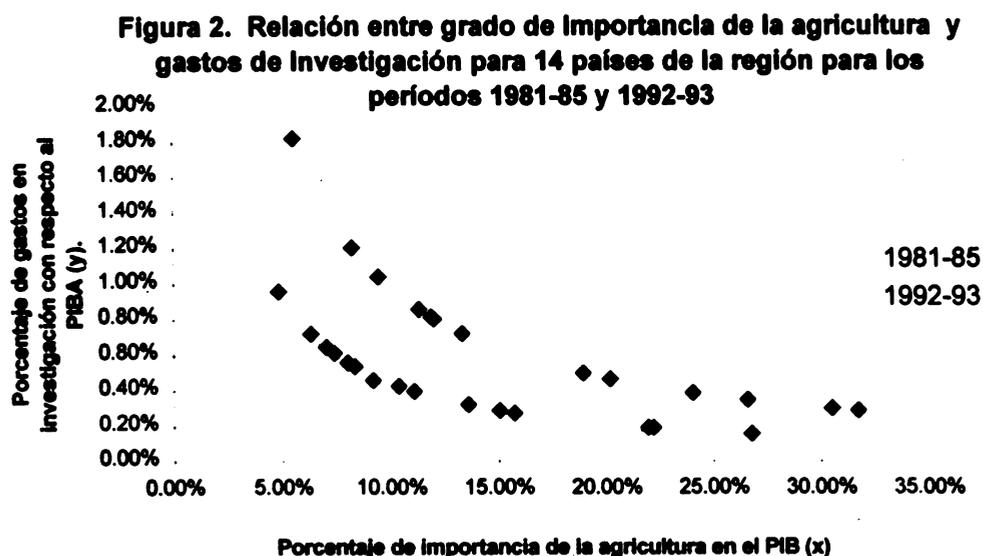


Figura 4. Relación entre el grado de importancia de la agricultura y los gastos de investigación para 14 países de la región. 1981-85 y 1992-93.

Fuente: Elaborado por Ardila, J., Rodríguez, D. Con información de IICA y CEPAL.

6 Se utilizó una muestra de 14 países para dos periodos de tiempo, 1981/85 y 1992/93, tomando como base los gastos en Investigación pública y privada reportados en encuesta. Se utilizó una función de la forma $\log Y = a + \log X + D$, donde Y = % gastos en Investigación en relación al PIBA, X = grado de importancia relativa del sector agropecuario, medida por la relación PIBA/PIB, y D = variable dummy para los 2 periodos.

En efecto, la relación es negativa, confirmando que ALC en general sigue el patrón internacional ya comentado. Sin embargo, se puede observar adicionalmente que entre los dos periodos analizados la mayoría de los países han disminuido el financiamiento total de Investigación agropecuaria (10 de 14) en valores absolutos, y 9 han disminuido el gasto en investigación en relación con el PIBA, lo cual se puede observar en la figura 1 al calcular la función para los dos periodos utilizando las variables artificiales.

En la Tabla 6 se puede analizar en mayor detalle esta situación, según la cual para todos los países analizados, con la excepción del Ecuador, el sector agropecuario (como porcentaje del PIB total) ha perdido importancia, y los gastos en investigación como porcentaje del PIBA han disminuido también, al pasar de 0,49% en el periodo 1981/85, a 0,45% en el periodo 1992/93, cambiando la tendencia general. En total estos países redujeron los presupuestos para investigación en dólares constantes de 1985 en US\$70,6 millones, equivalentes a un 13,1 % de la cifra registrada en el periodo 1981/85.

Esta situación implica que, a pesar de que la tendencia de largo plazo en el financiamiento de la investigación a nivel internacional es seguida por la región, en los últimos 10 años del estudio ALC ha cambiado este patrón de comportamiento, señalando un camino diferente, según el cual a menor importancia de la agricultura en el PIB, se disminuyen las inversiones en investigación en lugar de incrementarse, lo cual puede crear situaciones de riesgo para el crecimiento de la agricultura en los años venideros.

Recordemos que por el periodo de maduración que tienen las inversiones en investigación agrícola, de varios años, una disminución en las inversiones de hoy puede tener un efecto visible en los años venideros, y no de inmediato. Si la región ya ha completado casi 15 años de disminuciones progresivas en las inversiones en investigación, muy probablemente esta situación ha afectado las posibilidades de crecimiento agrícola a un nivel que hoy puede ser observable, situación que abordaremos en la siguiente sección.

3. El Comportamiento de la Producción, la Productividad y el Comercio Agrícola en ALC

Veamos ahora que está pasando con el comportamiento de la producción y el comercio agrícola en la región, como una forma de contar con algunos indicadores que permitan sacar deducciones acerca del crecimiento agrícola.

3.1 Producción

Globalmente, la producción de ALC en los cultivos de mayor importancia económica, ha pasado de 470,9 millones de toneladas, a 841,5 millones en 1996. La tasa de crecimiento anual está en 2,1 %, ligeramente superior al crecimiento de la población (1,91%). Aparentemente es un buen resultado, en el sentido de que la producción está creciendo por lo menos al ritmo de crecimiento de la población. Sin embargo, esta situación cambia de manera importante al examinar las tasas de crecimiento per cápita, como se puede apreciar en la Tabla 7.

Tabla 6 Porcentaje gastos de investigación en el PIBA en Países de América Latina para los períodos de 1981-85 y 1992-93. (en millones de US dólares de 1992).

	Gastos 1981-85	Gastos 1992-93	Variación	% PIBA/PIB 1981-85	% PIBA/PIB 1992-93	promedio 1981-85	promedio 1992-93	Variación absoluta	
México	114.30	83.60	-30.70	8.24%	7.40%	0.53%	0.31%	-	
Cono Sur									
Argentina	46.70	70.40	23.70	9.20%	6.35%	0.31%	0.46%	+	
Brasil	248.90	217.30	-31.60	11.90%	10.40%	0.64%	0.52%	-	
Paraguay	11.80	1.60	-10.20	30.54%	26.80%	0.49%	0.09%	-	
Uruguay	4.30	12.60	8.30	13.32%	11.10%	0.32%	0.90%	+	
Subtotal	311.70	301.90	-9.80						
Grupo Andino									
Bolivia	1.30	5.00	3.70	20.20%	15.05%	0.07%	0.59%	+	
Colombia	19.90	18.80	-1.10	18.96%	8.05%	0.20%	0.50%	+	
Ecuador	11.90	4.30	-7.60	12.02%	13.60%	0.50%	0.24%	-	
Perú	13.80	22.70	8.90	11.34%	7.05%	0.41%	0.79%	+	
Venezuela	44.70	20.60	-24.10	5.58%	4.85%	0.89%	0.71%	-	
Subtotal	91.60	71.40	-20.20						
Centroamérica y Panamá									
El Salvador	4.50	0.80	-3.70	31.76%	15.75%	0.24%	0.08%	-	
Guatemala	6.80	4.30	-2.50	26.60%	22.20%	0.19%	0.18%	-	
Honduras	2.60	0.50	-2.10	24.06%	21.95%	0.25%	0.07%	-	
Panamá	7.00	5.40	-1.60	9.46%	8.35%	1.16%	0.94%	-	
Subtotal	20.90	11.00	-9.90						
Gran total	538.50	467.90	-70.60		0.49%	0.45%		-	

Fuente: Proyecto IICA/BID/ATN/SF-3410. Resultados del Inventario Institucional de 1993.

Tabla 7. Tasas anuales de variación en la producción per cápita de alimentos y cultivos industriales en ALC, 1975/95

Cultivos	Tasas de crecimiento anual
Girasol	5,72
Soya	4,06
Maíz	1,13
Carne (Bovina, cerdo y pollo)	1,05
Azúcar	0,66
Leche	0,43
Frijol	-0,09
Arroz	-0,23
Café	-0,24
Trigo	-0,42
Papa	-0,51
Yuca	-2,06
Algodón	-3,34
Sorgo	-3,54

Fuente: IICA, datos transformados de FAOSTAT.

Con un resultado negativo en 8 productos, esta situación es sobresaliente sólo en girasol y soya, y en menor cuantía en maíz y carne. Para el resto de productos puede afirmarse que la producción no está creciendo lo suficientemente rápido, ni para alimentar la población futura, y mucho menos para generar excedentes comercializables importantes, que puedan operar como jalonadores de un proceso de crecimiento económico superior.

3.2 Productividad

Tomando como indicador la tasa de crecimiento en los rendimientos por hectárea en los cultivos seleccionados, se llega a un promedio de 1,74% anual, con el siguiente detalle por cultivos:

Tabla 8. ALC. Tasas anuales de variación en los rendimientos medios en cultivos de importancia económica. 1975 - 1996.

	Tasa de crecimiento anual
Girasol	4,21
Algodón	2,73
Trigo	2,60
Maíz	2,44
Papa	1,87
Soya	1,61
Frijol	0,84
Café	0,74
Azúcar	0,50
Yuca	0,20

Fuente: IICA, datos transformados de FAOSTAT.

Si bien la evolución en términos generales es buena, al examinar situaciones específicas a nivel de cada país (244 casos de producción en los 11 cultivos citados), se encuentra que en un 29,9 % de los casos los rendimientos en 1996 han disminuido al compararlos con la situación existente a mediados de los años 70.

Esta situación indica la existencia de problemas importantes, que deberán ser corregidos para que la producción pueda crecer más rápidamente (Ardila 1997). Sin embargo, y de acuerdo con algunos especialistas, con las tecnologías existentes en la región, estos rendimientos podrían incrementarse significativamente, especialmente en los casos de cultivos como frijol, arroz, trigo, papa, soya y maíz (Garret 1997).

Otras razones diferentes a la disponibilidad de tecnología podrían estar incidiendo en esta situación de lento crecimiento en la productividad a nivel de campo, seguramente asociadas al decaimiento en los niveles de inversión pública en investigación y extensión, y su efecto en las actividades de transferencia de tecnología y asistencia técnica.

3.3 Comercio agrícola

Hemos indicado al comienzo que el papel de los mercados es cada vez más importante en el proceso de desarrollo económico, y que en este sentido el papel de la agricultura puede ser sustancial. Los datos anteriores sin embargo, nos dejan entrever una tasa de crecimiento agrícola en promedio baja en términos de producción y productividad. Veamos que ha pasado con el comercio.

La Tabla 9 nos muestra un crecimiento importante en el periodo analizado de 12 años, en valores absolutos. Las exportaciones agrícolas totales han crecido en casi 9 000 millones de dólares, o un 29,30%. Sin embargo, las importaciones agrícolas en el mismo periodo han crecido en 8 745 millones de US\$, equivalentes a un 64% sobre el año base, dejando el saldo comercial prácticamente inalterado en dólares corrientes. En dólares constantes de 1980/82 y con base en valores per cápita, de nuevo la situación es desfavorable, indicándonos que las exportaciones agrícolas no están creciendo a la velocidad requerida, mientras la tasa de crecimiento de las importaciones es bastante superior. Prácticamente el 100% del incremento en las exportaciones fue utilizado en las importaciones.

Tabla 9. Evolución del comercio internacional agropecuario en A. Latina y el Caribe.

Concepto	1980/82	1993/95
1. Exportaciones totales (Millones de US\$ corrientes)	30 405	39 339
2. Exportaciones per capita (US\$ constantes de 1980/82)	82.8	61.39
3. Importaciones totales (Millones de US\$ corrientes)	13 603	22 348
4. Importaciones por habitante (US\$ constantes 1980/82)	37.06	34.88
5. Saldo comercial (US\$ corrientes)	16 802	16 991

Fuente: Datos FAOSTAT.

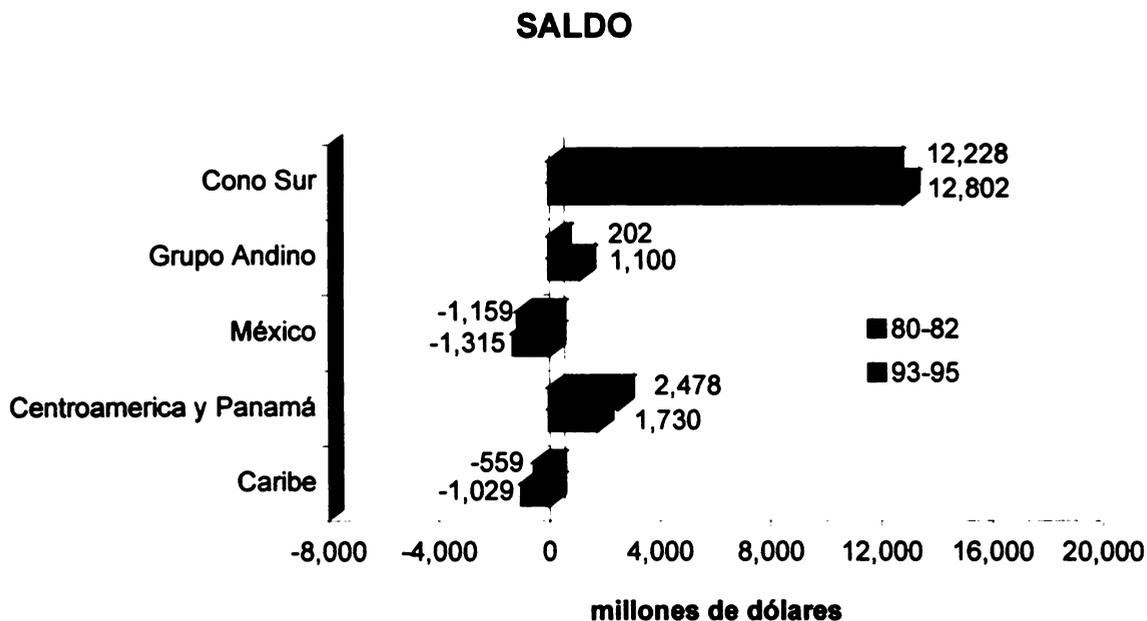


Figura 5. América Latina y el Caribe: Saldo en la Balanza Comercial Agrícola para los periodos 1980/82 y 1993/95 por subregiones (en millones de dólares constantes).

Nota: los valores de los saldos fueron deflactados con el Índice de Precios al por Mayor de los EE.UU con 1980-82=100.

Fuente: IICA, Gerencia Técnica, con transformación de datos de FAOSTAT.

Estamos aún en la etapa de crecimiento horizontal en muchos productos y la productividad debería crecer más rápido para satisfacer los requerimientos de mayor producción y un mayor comercio.

4. Conclusiones

La agricultura de la región está en un proceso acelerado de transformación, que ofrece nuevas oportunidades tanto para el comercio nacional como para el internacional. Por ejemplo, cerca de un 60% de los cambios en las exportaciones agrícolas en los últimos 10 años se dan en frutas tropicales y hortalizas, lo cual de hecho implica la existencia de promisorios mercados externos.

Esta transformación productiva ha implicado un gran cambio cualitativo y cuantitativo en la demanda por tecnología, que en muchos casos ha sobrepasado la capacidad de las instituciones de investigación, dedicadas mayoritariamente al mejoramiento en la productividad de alimentos básicos.

Esta transformación, sumada a la política de ajuste estructural, está llevando a un replanteamiento de los esquemas de organización y financiamiento de los sistemas nacionales de investigación agropecuaria, proceso que está en marcha, y que presenta importantes casos de innovación institucional exitosos, en proceso de adaptación en

varios países. Mediante esta estrategia se logra articular un número importante de organizaciones de investigación privadas y universidades al esfuerzo público ya tradicional, incrementando substancialmente la capacidad de producir resultados.

Particular apoyo deberá ser dado a los países en sus intentos de modernizar las instituciones públicas de Investigación, que presentan en numerosos casos síntomas importantes de desactualización y evidencias de disminuciones significativas en sus impactos económicos en la agricultura. Gran número de propuestas de reorganización se han quedado en los archivos, porque no se ha desarrollado a cabalidad la estrategia apropiada del cambio, y la metodología para contrarrestar los esfuerzos de quienes se oponen a las modificaciones por defender intereses más del pasado que del futuro.

La región dentro del nuevo modelo económico se aproxima a nuevos esquemas de financiamiento de la investigación por parte del sector privado, lo cual se considera imprescindible para un desarrollo adecuado de los procesos de innovación tecnológica.

Los volúmenes de inversión pública en investigación sin embargo son aún insuficientes, y la región debiera como mínimo en los próximos años duplicar el financiamiento público, para alcanzar una cifra cercana al 1 por ciento del valor del PIBA, meta que ya ha sido adoptada por algunos países como Brasil, y que está a punto de ser alcanzada por otros, como Uruguay y Panamá. Solamente esta meta implicaría inversiones anuales adicionales en investigación pública por cerca de US\$1 000 millones, para revertir la tendencia negativa observada en los últimos años en relación a otros continentes y países que son competidores de la región.

La región también debiera como mínimo en los próximos 10 años duplicar el aporte del sector privado al financiamiento de la investigación, como cifra indicativa (para llegar aproximadamente a US\$250 millones), lo que le permitiría alcanzar una proporción público/privada de recursos compatible con su grado de desarrollo. Este aporte ha sido estimado alrededor del 10% del total en la actualidad.

Adicionalmente a las inversiones a nivel nacional, la región presenta un retardo importante en sus inversiones a nivel internacional, tanto en sus aportes a los programas de cooperación recíproca subregional del tipo PROCIS (Programas Cooperativos de Investigación Agrícola), como en sus contribuciones al sistema internacional de investigación. Sabemos que la rentabilidad de las inversiones en investigación cooperativa e internacional es superior a la rentabilidad de inversiones a nivel nacional, pero la región sólo invierte en estos esfuerzos cerca del 1 por mil del total invertido en investigación. Esta cifra debería ser substancialmente incrementada, para aprovechar debidamente los *spills overs* generados por la investigación realizada en varios países y centros internacionales y de investigación avanzada. Una mayor inversión de la región tanto en el Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional (GCAI) como en centros de investigación avanzada, le permitiría reorientar estas importantísimas capacidades en función de las nuevas prioridades de la agricultura, evitando de esta manera que la brecha tecnológica se siga ampliando, como ya está ocurriendo, con repercusiones negativas en los niveles de competitividad de nuestras producciones.

Todos estos cambios parten del supuesto de que invertir en investigación agrícola es uno de los mejores negocios para la región, como ha sido demostrado en numerosos estudios, pero, de igual manera, requiere en primer lugar un cambio sustancial tanto en los modelos de organización como en las actitudes y prioridades de las instituciones de investigación, y este cambio pasa por la formación de nuevos cuadros de investigadores y de gerentes, y por la toma de una serie de decisiones de carácter político, que han estado retrasadas por casi una década en numerosos países.

Bibliografía

- Alston M. Julián, Pardey G Philip, Roseboom Johannes, 1997 " *Financing agricultural Research: International Investment Patterns and Policy Perspectives* ". Paper presented at the Conference of The International Association of Agricultural Economists. Sacramento, California.
- Ardila, Jorge, 1997. "Innovación tecnológica y Producción Competitiva". Serie Avances de trabajos Técnicos. No. 101, Gerencia Técnica. San José, Costa Rica.
- Caballero C, Crane C, Ocampo, J.A., *et al.* 1991. "Apertura y crecimiento, el reto de los noventa". FEDESARROLLO, Ediciones Tercer Mundo, Editor Eduardo Lora, Bogotá, Colombia.
- Echeverría, R., 1990. " Assessing the impact of Agricultural Research" In: Proceedings of the ISNAR/Rutgers Agricultural Technology Management Workshop , Rutgers University, New Jersey , USA.
- Garret, J. L., 1997. Challenges to the 2020 Vision for Latin América : Food and Agriculture since 1970." Food, Agriculture and the environment. Discussion paper 23 . IFPRI. Washington, D.C.
- Griliches, Z., 1958 . "Research costs and social returns : Hybrid corn and related innovations . " Journal of Political Economy, 66:419 - 431.
- IICA, 1993. Lindarte E. "Resultados del Inventario Institucional sobre recursos, capacidades y áreas de concentración en entidades de investigación agropecuaria en ALC." Proyecto IICA/BID/ATN/SF-3410. San José, Costa Rica.
- IICA/IFPRI/BID/CIAT, 1995. "Actualización en metodologías y aplicaciones de prioridades de Investigación Agropecuaria." Memoria de curso taller Regional , Cali, Colombia.
- IICA/BID , 1997. "Prioridades de Investigación Agropecuaria en América Latina y El Caribe : 5 años de experiencia conjunta". Informe final, San José, Costa Rica.
- IICA/EMBRAPA, 1996. " EVALTEC, Programa de informática para la evaluación económica de la tecnología agropecuaria " Manual de software, versión 1.0 , San José, Costa Rica.
- Peterson, Willis. 1979 . "Sources of differences in rates of return to agricultural research between countries: some general observations." Staff paper P79-4. University of Minnesota. Institute of Agriculture, Forestry and Home Economics.
- Timmer, C, Peter, 1995a "Agriculture and economic development revisited" In: Research in Domestic and International Agribusiness Management. Volume 11, pages 73 - 116.
- Timmer, C. Peter. 1995b . "Getting agriculture moving: do markets provide the right signals? Food Policy, Vol. 20, No.5, pp 455 - 472.

LA TRANSFORMACION DE LA AGRICULTURA ASIATICA: DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION PARA AUTOCONSUMO A LOS COMERCIALES¹

Prabhu L. Pingali

1. Introducción

El desarrollo económico, la urbanización y el retiro de la mano de obra del sector agrícola llevan a una creciente comercialización de los sistemas agrícolas. Los sistemas de producción alimentarios para autoconsumo ceden su lugar a un sistema de producción diversificado y orientado al mercado. La comercialización agrícola implica algo más que vender los productos agrícolas en el mercado. Significa que las decisiones acerca de la elección de los productos y el empleo de los insumos se basan en principios para maximizar las utilidades. La reorientación comercial de la producción agrícola afecta a los cereales básicos y también a los cultivos de alto valor.

En cuanto a la demanda, el proceso de comercialización agrícola es estimulado por el rápido aumento de los ingresos y la consiguiente diversificación de la demanda de alimentos. La baja en la demanda de arroz y granos gruesos (*coarse grains*) debido a mayores ingresos es acompañada de un incremento del consumo de pan y alimentos de más alto valor como la carne, la fruta y las verduras. Estas transiciones de la dieta son debido al incremento de los ingresos per cápita y por la rápida emigración de la población hacia las zonas urbanas. La necesidad de abastecer las ciudades de Asia en rápido crecimiento también actúa como un catalizador de la transformación de los sistemas de producción de alimentos.

En cuanto a la oferta, la creciente escasez de los factores contribuye a la desaparición de los sistemas agrícolas de autoconsumo. Mientras que la escasez de tierras y de agua puede ser compensada con tecnología y manejo de los agricultores, el tiempo del agricultor será cada vez más escaso. El colapso de los sistemas de autoconsumo se producirá debido a la competencia por el tiempo de los agricultores.

Si bien la celeridad de las transformaciones estructurales varía considerablemente según los países, todos avanzan en la misma dirección. Timmer (1988) proporciona un

¹ Traducido del documento: "From Subsistence to Commercial Production Systems: The Transformation of Asian Agriculture", de P. Pingali. Publicado en *Amer. J. Agr. Econ.* 79 (Mayo 1997): 628-34.

análisis amplio del proceso de cambios estructurales y comercialización de la agricultura. En el trabajo de Pingali y Rosegrant (1995) se ofrece una revisión reciente de la comercialización agrícola. En este documento se presenta un panorama del proceso de comercialización de la agricultura asiática y se examinan las implicaciones para la organización y el manejo de los sistemas de producción de alimentos.

2. La Transformación Comercial de los Sistemas de Producción de Alimentos

Los sistemas de producción de alimentos en Asia se pueden caracterizar como sistemas de autoconsumo, semicomerciales y comerciales. La comercialización de los sistemas agrícolas lleva a una mayor orientación hacia el mercado, la sustitución progresiva de los insumos no comercializados por insumos adquiridos, la gradual declinación de los sistemas agrícolas integrados y su reemplazo por empresas especializadas de cultivo, ganadería, avicultura y acuicultura. Se reduce la proporción de los ingresos derivados de la agricultura en los ingresos de la familia de agricultores, a medida que los miembros de la familia encuentran oportunidades de empleo más lucrativas fuera de las fincas.

El proceso de transformación estructural ha avanzado en gran parte de Asia, si bien su velocidad varía según los países. En el este de Asia, excepto China, el proceso de transformación casi se ha completado. En el sudeste de Asia, los sistemas agrícolas se están transformando con rapidez y Malasia, Indonesia y Tailandia están a la cabeza de esa transformación. El sur de Asia continúa rezagado, si bien las políticas de liberalización macroeconómica iniciadas por esos países, en particular India, a comienzos de los años 90, podrían acelerar la transformación, también, afectada por poblaciones relativamente más grandes y las continuas tasas de rápido crecimiento demográfico.

2.1 La elección de los productos: Abandono de los sistemas de monocultivo de arroz

La comercialización, si bien lleva a un aumento de la diversidad de los productos comercializados a nivel nacional, también produce una creciente especialización regional y a nivel de las fincas. El caso del arroz ejemplifica los factores del mercado y agroclimáticos determinantes de la diversificación y la especialización.

Los arrozales de Asia se clasifican en términos de la toposecuencia y la hidrología en tierras bajas irrigadas, tierras bajas de secano y tierras altas. Por su naturaleza, las tierras bajas irrigadas están inherentemente más orientadas hacia el mercado debido a su capacidad de generar excedentes y a su mejor infraestructura de transporte. Las tendencias hacia una comercialización creciente llevan a una diversificación estacional de los sistemas de monocultivo de arroz - para incluir otros cultivos en rotación con el arroz - y a la aparición de empresas especializadas de horticultura, acuicultura, avicultura y producción porcina. La diversificación del arroz en la estación seca generalmente consiste en el cultivo de verduras destinadas a satisfacer las crecientes necesidades urbanas y de maíz híbrido para abastecer la demanda de la producción pecuaria en crecimiento. En el trabajo de Pingali se examinan las oportunidades y las restricciones de la diversificación de cultivos estacionales. Las empresas especializadas para obtener productos hortícolas de alto valor, la producción porcina y la acuicultura tienden a concentrarse en los ambientes irrigados donde es relativamente más confiable y barato el abastecimiento de agua.

Las tendencias de la comercialización también podrían llevar a la producción de bovinos y pequeños rumiantes en las tierras bajas de secano, aprovechando los campos de pastoreo estacional, y al establecimiento de sistemas de acuicultura intensiva en las aguas profundas y las marismas. El arroz de la estación de lluvias continuará siendo la fuente principal de ingresos en los ambientes de tierras bajas irrigadas y de secano.

Los ambientes de tierras altas cambian en forma espectacular en respuesta a la comercialización. Las zonas de tierras altas, de suelos relativamente menos sensibles a la erosión, con una mejor infraestructura de mercado tienden a pasar de la producción de cereales y raíces útiles para autoconsumo a una serie de empresas comerciales, que incluyen la producción comercial de maíz, la horticultura, la producción forestal, la producción lechera y la ganadería. En Asia, la utilización comercial de las tierras altas por lo general ha provocado el abandono del cultivo del arroz.

2.2 El futuro incierto de los sistemas agrícolas integrados

En todos los ambientes de producción de alimentos, los sistemas agrícolas integrados como la combinación de cultivos y cría de animales, cultivos y acuicultura y cultivos y frutales, por lo general no son viables en escala comercial a causa de las necesidades específicas de los productos en cuanto a habilidades técnicas y de manejo y las inversiones en infraestructura. Por ejemplo, la producción comercial de cultivos y la producción de ganado de alta calidad comúnmente no coexisten en la misma finca. Si bien el tamaño de la finca tal vez no sea una limitación para una empresa de productos múltiples, el tiempo del agricultor empresario se convierte finalmente en una restricción para la generación de productos múltiples.

La disminución de la ventaja de los sistemas agrícolas integrados también es resultado de una mayor sustitución de los insumos no comercializados por los comercializados. La energía, el mantenimiento de la fertilidad del suelo, el pienso para los animales de la finca y la alimentación de la familia son las actividades primarias para las cuales se usan insumos no comercializados en las sociedades de autoconsumo. Cuando los salarios son bajos, los sistemas integrados de producción constituyen lo más económico. Cuando aumentan los salarios y el costo de oportunidad de labor familiar, los insumos comercializados se vuelven más baratos que los producidos en el hogar. Otras dos razones para explicar la existencia de los sistemas agrícolas integrados: la producción de pienso y de leche y carne para el consumo doméstico. En ambos casos, las tendencias indican una mayor especialización. Pocas economías asiáticas tienen hoy un sistema de producción exclusivamente especializado, pero hay pequeñas zonas donde hay aumento de la comercialización y la especialización.

La aparición de los mercados de forrajes. La primera atracción para cultivos integrados fue el forraje barato de los residuos de los cultivos. Este argumento no es válido en economías más avanzadas a causa del desarrollo de la producción comercial de forraje y los costos de transporte más bajos. Los ganaderos ya no necesitan producir su propio forraje. Más aún, el tipo de alimento de ganado, cambia a alimento basado en granos, raíces u oleaginosas, en respuesta a la demanda de productos pecuarios de mayor calidad. Ya no existe la economía basada en el pienso producido en la finca, en particular cuando aumentan los salarios agrícolas y bajan los costos del transporte.

La leche y la carne para el consumo doméstico. A medida que se desarrollan las economías, el creciente costo de oportunidad de la mano de obra familiar y la mayor disponibilidad de leche y carne de producción comercial hacen antieconómica la obtención de productos pecuarios para autoconsumo. Las sociedades rurales ya no están aisladas y no son unidades autosuficientes que deben producir todos los alimentos necesarios. Los estudios sobre el consumo de alimentos en Asia han mostrado un aumento de la dependencia de los alimentos adquiridos entre las familias de agricultores y esta tendencia se hará más marcada a medida que se incrementen los ingresos (Pingali y Rosegrant 1995). La mejor infraestructura de transporte y de mercado hacen poco práctica la producción de alimentos para autoconsumo en todas las localidades, salvo las más alejadas.

El noreste de Tailandia constituye un ejemplo notable de los cambios en los patrones de consumo de alimentos en las zonas rurales. En los años 60, el consumo de carne se limitaba a ocasiones especiales como las festividades, tal vez una o dos veces al año. Este patrón se ha modificado y hay un mayor consumo de carne adquirida gracias a la mejor infraestructura del transporte y el aumento de los ingresos familiares originado en la migración estacional hacia los empleos urbanos (Valayasevi y Winichagoom 1992).

3. La Menor Dependencia de los Insumos no Comercializados

A medida que se desarrollan las economías, las ganancias de los sistemas de producción intensiva que requieren una gran cantidad de trabajo de la familia en general son más bajas que cuando se depende exclusivamente de los insumos adquiridos. El mayor costo de oportunidad de la mano de obra familiar debido al aumento de las oportunidades de empleo fuera de la finca lleva a una sustitución de los insumos no comercializados por los comercializados. Además, al cambiar la composición por edad y por sexo en las familias rurales y con el aumento previsto del tamaño de las propiedades de explotación, disminuye la capacidad de la familia de proporcionar cantidades adecuadas de insumos no comercializados. La energía, el mantenimiento de la fertilidad del suelo y el cuidado de los cultivos son las actividades primarias para las cuales se usan insumos no comercializados en las sociedades de autoconsumo.

La elección de las fuentes de energía: humana y animal versus mecánica. Las operaciones agrícolas se pueden agrupar conforme a la relativa intensidad con que requieren fuerza, o energía, en relación con las funciones del juicio del hombre (Binswanger 1984). Operaciones tales como la preparación de la tierra, el transporte, la trituration, la molienda y la trilla requieren mucha fuerza, mientras que la desyerba, el cernido, el aventado y la cosecha de frutas son operaciones que requieren mucho control. La tracción animal se usó tradicionalmente para las operaciones que requerían mucha fuerza, mientras que la mano de obra humana se usa todavía para operaciones que requieren mucho control. Se puede esperar que, a medida que aumentan los salarios, las tecnologías de tracción animal serán sustituidas cada vez más por tecnologías mecánicas. Esta tendencia es evidente en toda Asia, especialmente con el advenimiento de los mercados para el alquiler de maquinarias. La sustitución de la tracción animal por máquinas para las operaciones que requieren mucha fuerza es rentable aun en los países con un lento crecimiento de los ingresos. La persistencia de la tracción animal en esos países es por las políticas que obstaculizaron el desarrollo de las máquinas y los mercados de alquiler de maquinaria. Con una creciente comercialización, las tecnologías mecánicas y químicas también sustituirán al trabajo del hombre en las operaciones que requieren más control, como la desyerba y la cosecha.

Los fertilizantes químicos versus el estiércol de los corrales. La intensificación del uso de la tierra sólo es posible cuando se efectúa la reposición de los nutrientes del suelo para mantener su productividad. En las sociedades de autoconsumo, la provisión de nutrientes del suelo se repone con el estiércol de los corrales. En los sistemas de producción intensiva de alimentos con una orientación comercial, no es posible aumentar la producción sin el empleo de fertilizantes químicos. Son varias las razones de esto: (i) las cantidades físicas de estiércol de los corrales necesarias para sostener la fertilidad del suelo harían ese empleo antieconómico en comparación con los fertilizantes químicos a causa de la mano de obra, el alimento que se requiere para mantener la cantidad de ganado que hay que tener para satisfacer las necesidades de estiércol y el alto costo de transportar el estiércol hasta el campo; (ii) en cuanto a la eficiencia, los materiales de gran volumen y escaso valor, en comparación con los fertilizantes químicos; y (iii) debido a la reducción de los precios de los fertilizantes en comparación con el costo de la mano de obra y a la mejor infraestructura del transporte, los fertilizantes químicos son la mejor opción para mantener la fertilidad del suelo.

El trabajo de la familia como fuente de conocimientos más que de energía. A medida que aumenta el costo de oportunidad del trabajo de la familia, ésta será usada menos como fuente de energía y más como fuente de conocimientos (técnicos), manejo y supervisión. Los aumentos de la productividad después de la Revolución Verde favorecen a los agricultores que tienen capacidad de aprender las nuevas tecnologías, distinguir entre las tecnologías que les ofrece el sistema de investigación, adaptar las tecnologías a las condiciones particulares de su ambiente y proporcionar supervisión para asegurar la aplicación apropiada de las tecnologías (Pingali, Hossain y Gerpacio 1997). En otras palabras, sostener la productividad exige más tiempo del agricultor, elemento que es cada vez más costoso en los presupuestos agrícolas.

4. Las Implicaciones para la Organización y el Manejo de los Sistemas de Producción de Alimentos

4.1 Hacia las fincas de tamaño más grande

A medida que aumenta el costo de oportunidad del trabajo de la familia, las operaciones en las fincas pequeñas para la producción de autoconsumo se vuelven cada vez menos rentables. Los agricultores sin tierra gradualmente se incorporarán a los sectores industriales urbanos. Los pequeños propietarios también encontrarán más rentable vender o arrendar sus propiedades en lugar de cultivarlas. La medida en la que aumente el tamaño de las propiedades agrícolas dependerá de las leyes de reforma agraria. Las normas estrictas contra la acumulación de tierras, diseñadas para un periodo diferente, pueden impedir los cambios en las propiedades, al menos a corto plazo, como sucede en Japón y Taiwán. Con el tiempo, se puede esperar que aumente el tamaño de las propiedades de explotación a medida que se produzca la concentración de parcelas. En Japón, Taiwán y Corea del Sur, es cada vez más importante distinguir entre la posesión de arrozales y la operación de una empresa agrícola arrocera (Dyck, Huang y Wailles 1993). Las fincas arroceras son manejadas cada vez más por contratistas profesionales que comparten las utilidades con los propietarios.

Si la agricultura en pequeña escala sobrevive cuando son altos los salarios, necesariamente se tratará de actividades de tiempo parcial. La mayoría de los ingresos de

la familia provendrán de fuentes no agrícolas. En Corea, por ejemplo, los ingresos obtenidos fuera de la finca representaban el 46% del total de los ingresos de la familia de agricultores en 1991, en comparación con el 32% diez años antes. En Japón, eran de alrededor del 80% y en Taiwán aumentaron del 50% en 1960 al 87% en 1990 (Dyck, Huang y Walles 1993). Las encuestas sobre ingresos y gastos realizadas en el sur y el Sudeste de Asia en los años 80 revelan que la proporción de ingresos obtenidos fuera de las fincas llegaba al 40% en Indonesia, Tailandia y las Filipinas (Koppel y Zurick 1988).

4.2 Los cambiantes perfiles demográficos rurales

La observación de las familias de agricultores en los países recientemente industrializados de Asia revela cambios significativos en cuanto a la edad y el sexo en el perfil de los agricultores. Las operaciones agrícolas son realizadas cada vez más por los miembros más viejos y las mujeres de la familia. Los varones jóvenes por lo general emigran de las fincas para buscar oportunidades económicas en los sectores urbanos e industriales. La experiencia de Corea del Sur es muy ilustrativa. En 1990, el 34% de los agricultores coreanos tenían entre 20 y 50 años de edad, en comparación con el 60% en 1963. Los jóvenes de las comunidades rurales han emigrado según una tasa de 400,000 personas al año, mientras que se quedan los agricultores de más edad (Park 1996).

En Tailandia, las crecientes oportunidades de empleo en el sector no agrícola han hecho que los habitantes de las zonas rurales cambien de trabajo y esto produce escasez de mano de obra en las actividades rurales. El desarrollo económico sostenido no sólo ha afectado el mercado de trabajadores temporeros, también ha comenzado a producir efectos marcados en la estructura del mercado laboral. En primer lugar, el empleo agrícola en la estación húmeda ha estado disminuyendo desde 1989 y, desde entonces, también se ha reducido la cantidad de mujeres agricultoras en más de un millón de personas hasta 1991. Además, ha declinado considerablemente el empleo agrícola en la estación seca, de 60% en 1987 a 50% en 1991; se espera que ese porcentaje llegue al 40% para el año 2000. En promedio, el 80% de los integrantes del grupo de 15-25 años de edad de la región central de Tailandia trabajan en las ciudades (Poapongsakom 1996).

4.3 El abandono de la agricultura que requiere uso intensivo de mano de obra

La función tradicional desempeñada por los trabajadores contratados que realizan operaciones agrícolas intensivas no es rentable cuando los salarios agrícolas aumentan mucho. Se puede esperar la sustitución de los trabajadores contratados por maquinaria y sustancias químicas a medida que suben los salarios. Dada la decreciente participación de la agricultura en el total de los ingresos familiares, se tiende a economizar el trabajo de los miembros de la familia en las operaciones de la finca. En el caso del cultivo del arroz en el sudeste de Asia, se pueden obtener grandes ahorros de mano de obra en el transplante, la desyerba y la cosecha gracias a la adopción de la siembra directa con empleo de herbicidas y a la introducción prevista de pequeñas cosechadoras. Para las operaciones en las que no es posible sustituir la mano de obra, se pueden contratar empresas profesionales que ahorran al agricultor la tarea de supervisión. Se espera que Tailandia e Indonesia avancen considerablemente en la sustitución de la mano de obra

durante los próximos cinco años. En las Filipinas, China y el sur de Asia, esta transición será más lenta, si bien es posible que las provincias de rápida industrialización del sudeste de China se adelanten al resto del país y que se produzcan transformaciones parciales similares en algunas provincias de la India y las Filipinas.

4.4 La menor intensidad de cultivo

A pesar de la adopción de innovaciones que ahorran mano de obra y de la concentración parcelaria, las utilidades en las fincas pueden ser sostenidas a largo plazo sólo mediante una reducción de la intensidad de cultivo, en especial en el caso del arroz. Huang y Rozelle (1994) informan que, en China la superficie sembrada con arroz de doble ciclo ha caído de 66% en 1980, a 58% en 1990. Atribuyen esa caída al creciente costo de oportunidad de la mano de obra a comienzos de los años 80, en respuesta a las políticas de diversificación orientada al mercado. La sustitución por el arroz de un solo ciclo ha sido más marcada en las provincias costeras de Jiangsu y Shanghai, donde hubo reducciones del 47% al 2% y del 97% al 19%, respectivamente, en los años 80. Las prácticas de producción intensiva, como el empleo de abono orgánico, también disminuyeron a cantidades insignificantes en esas provincias para 1990. Malasia deliberadamente ha escogido no intensificar más sus sistemas de producción de arroz e importa las cantidades que necesita. Tailandia tal vez se encuentre cediendo su posición de primer país exportador si continúan aumentando mucho los salarios.

4.5 Los ambientes de producción irrigados y los de secano

La organización y el manejo de los sistemas de producción de alimentos tanto en los ambientes irrigados como en los de secano son afectados por el desarrollo económico. Se puede esperar que el costo de oportunidad del trabajo familiar aumente por igual en las zonas de potencial alto y las de potencial bajo, ya que en ambos tipos de ambientes las poblaciones responden a las oportunidades de empleo no agrícola. La decreciente viabilidad de los sistemas de producción para autoconsumo también será similar. La sustitución de la producción para autoconsumo por la orientada al mercado en los ambientes de secano sigue un patrón general: (i) el abandono de los ambientes muy propensos a sufrir sequías, especialmente en las zonas donde son limitadas las oportunidades de explotar el agua freática; (ii) el reemplazo de las pequeñas fincas de autoconsumo por el cultivo mecanizado en fincas grandes; y (iii) un aumento de las superficies dedicadas a las verduras, los granos y cultivos forrajeros y otros cultivos de alto valor cuando se dispone de agua durante la estación seca. La producción de cereales seguirá gozando de una ventaja comparativa en los ambientes de secano, principalmente por el alto costo de modificar el ambiente con el fin de hacerlo adecuado para cultivos no cerealeros. Los sistemas de producción de cereales, arroz y maíz de bajo rendimiento y con pocos insumos, cultivados en concentraciones de parcelas, pueden ser la opción más viable para los ambientes de secano. Por otra parte, los ambientes irrigados dejarán de tener predominantemente monocultivos de cereales para convertirse en sistemas de producción muy diversificados.

5. Conclusiones

La comercialización de los sistemas agrícolas es un fenómeno universal resultante del desarrollo económico. Si bien varía la velocidad con que se produce la transformación en los distintos continentes y en los diferentes países, la dirección del cambio es la misma en todo el mundo. Se puede esperar que las políticas de ajuste estructural y liberalización del comercio actualmente aplicadas en gran parte del mundo en desarrollo aceleren el proceso de comercialización.

Las tendencias hacia la comercialización requieren un cambio en la formulación de las políticas agrícolas y en el establecimiento de las prioridades de la investigación. El paradigma de la autosuficiencia en cuanto a alimentos básicos, que ha sido la piedra angular de la política agrícola en la mayoría de los países en desarrollo, se vuelve cada vez más obsoleto como consecuencia del desarrollo económico. El paradigma adecuado para el siglo XXI es el de la independencia alimentaria, en la cual los países importan parte de los alimentos que necesitan a cambio del desvío de recursos de la producción para autoconsumo. El énfasis futuro de la política agrícola debería ser aumentar al máximo los ingresos de las familias de agricultores, en lugar de generar excedentes de alimentos.

No se puede esperar que la comercialización agrícola sea un proceso sin fricciones y hay que prever importantes consecuencias para la equidad y el medio ambiente, por lo menos a corto y mediano plazo, en particular cuando se siguen políticas inapropiadas. La absorción de los pobres de las zonas rurales en los sectores industriales y de servicio tiene costos considerables en términos del aprendizaje de habilidades nuevas y la disgregación de la familia. Los sistemas comerciales también podrían afrontar costos más altos para el ambiente y la salud, especialmente por el mayor empleo de insumos químicos. Los costos de oportunidad más altos de la mano de obra aumentan la dependencia del agricultor de los herbicidas para combatir la maleza en los cultivos de arroz y otros alimentos básicos, actualmente manejados mediante la desyerba manual. El empleo de insecticidas y fungicidas en los cultivos de alto valor, como las verduras y las frutas, es considerablemente más alto que en los cultivos alimentarios básicos y una utilización inapropiada puede incrementar la incidencia de enfermedades vinculadas con los plaguicidas. Además, cuando no están claramente establecidos los derechos de propiedad, la producción de cultivos de alto valor en los ambientes de tierras altas podría llevar a un aumento de los riesgos de erosión del suelo y degradación de la tierra.

Las políticas gubernamentales apropiadas pueden aliviar muchas de las posibles consecuencias adversas de la transición, surgidas del proceso de comercialización y diversificación. Las estrategias a largo plazo para facilitar una transición fluida a la comercialización incluyen la inversión en mercados rurales e infraestructura de transporte y comunicaciones para facilitar la integración de la economía rural; inversiones en el fitomejoramiento de los cultivos para aumentar la productividad y en la investigación sobre el manejo de los cultivos y en la extensión para aumentar la flexibilidad de los agricultores y reducir posibles problemas ambientales causados por el elevado empleo de insumos; y el establecimiento de derechos a la tierra y el agua para reducir los riesgos de los agricultores y proporcionar los incentivos para la inversión orientada a sostener la productividad a largo plazo.

Bibliografia

- Binswager, H.P. 1984 Agricultural mechanization: A comparative historical perspective. Staff Working Paper No. 673, World Bank, Washington DC.
- Dyck J.H. S.W. Hung, and E. Wailes 1993. Structural change and competitiveness of the Asian rice economies in Taiwan, Korea and Japan. Proceedings of the First Asian Conference of Agricultural Economists. Seoul, Korea, 10-13 August, 1993.
- Han, K. 1992. Future development of feed industry in Asia and the Pacific region. Proceedings of the Sixth AAAP Animal Science Congress. P. Bunyaveichewin, S. Sangdid, and K. Hangsanet (eds.) pp. 411-32. Kasetsart University, Bangkok, Thailand.
- Huang, J. and S. Rozelle 1994. Environmental stress and yields in China. Amer. J. of Agr. Econ. 77 (November 1994): 853-64.
- Koppel, B. and D. Zurik 1988. Rural transformation and the future of agricultural development policy in Asia. Agr. Admin. and Ext. (28) 283-301.
- Park J.K. 1996. Economic modernization and its impact on output and input markets in Korea. In Competition and conflict in agricultural resource management: issues, options and analytical paradigms. P.L. Pingali and T.R. Paris (eds.) Los Baños, Philippines: International Rice Research Institute
- Pingali, P.L. 1992. Diversifying Asian rice farming systems: A deterministic paradigm. In Trends in Agricultural diversification: Regional perspectives. S. Barghouti, L. Garbux, and D. Umali (eds.) Paper No. 180, pp. 107-26. Washington DC: The World Bank.
- ; M. Hossain and R. V. Gerpacio 1997. Asian rice bowls: The returning crisis? Wallington UK. CAB International.
- ; and M.W. Rosengrant 1995. Agricultural commercialization and policies. Food Policy 20 (June 1995): 171-85.
- Poapongsakom, N. 1996. Implications of modernization on the agricultural research base in Thailand. In Competition and conflict in agricultural resource management: Issues, options and analytical paradigms. P.L. Pingali and T.R. Paris (eds.) Los Baños, Philippines. International Rice Research Institute.
- Shinawatra, B. and P. Pitackwong 1996. Migration, gender roles and technological change. In Competition and conflict in agricultural resource management: Issues, options and analytical paradigms. P.L. Pingali and T.R. Paris (eds.) Los Baños, Philippines. International Rice Research Institute.
- Timmer, C.P. 1988. The agricultural transformation. Handbook of Development Economics, H.B. Chenery, and T.N. Srinivasan (eds.) Amsterdam North Holland.
- Valayasevi A. and P. Winichagoon 1992. Contribution of animals to meet human nutritional needs in rural Asia. Proceedings of the Sixth AAAP Animal Science Congress. P. Bunyaveichewin, S. Sangdid, and K. Hangsanet (eds.) pp. 411-32. Kasetsart University, Bangkok, Thailand.

SEMILLAS MEJORADAS

ADOPCION Y USO DE SEMILLA MEJORADA POR PEQUEÑOS AGRICULTORES EN EL SUDESTE DE GUATEMALA

Gustavo Sain y Julio A. Martínez G.

1. Introducción

1.1 Producción y consumo de maíz en Guatemala

La República de Guatemala con casi 800 000 ha cultivadas con maíz y una producción total de 1.4 millones de toneladas métricas, es el principal productor de maíz en América Central. Guatemala absorbe el 42% del total producido en la región centroamericana. La importancia del maíz en la economía del país se refleja en el hecho de que el valor de la producción maicera representa aproximadamente el 10% del valor total de la producción agrícola nacional.

El consumo total de maíz en creció durante los últimos 36 años a una tasa anual de 3.1%, sin embargo la tasa de crecimiento de la producción no fue constante en el mismo periodo. Entre 1960 y 1987 la producción creció a la misma tasa que aquella alcanzada por el consumo (3.1%), pero entre 1988 y 1996 la tasa cayó a solo 1.2% anual. Dado que la superficie cultivada con maíz creció a la modesta tasa de 0.4% durante todo el periodo, la razón por la caída de la tasa de crecimiento de la producción debe encontrarse en la productividad de la tierra. El rendimiento de maíz a escala nacional creció a una tasa anual de 2.8% entre 1960 y 1987, pero se estancó a partir de 1988 hasta el presente. La Tabla 1 muestra las tasas de crecimiento del consumo y aquellas de la producción, y sus componentes para los dos periodos considerados. Resulta claro que en el futuro la producción de maíz debe crecer a una tasa mayor de lo que lo ha hecho si se quiere mantener un equilibrio con la creciente demanda por el producto. Este crecimiento, sin embargo debe hacerse sobre la base del crecimiento de los rendimientos. El uso de variedades mejoradas ofrece una buena oportunidad de alcanzar este objetivo; de hecho es considerado uno de los medios mas efectivos y baratos para revertir la tendencia anotada e incrementar las tasas de crecimiento de los rendimientos de maíz (Heisey, Morris y Byerlee 1996).

Una estrategia para aumentar los rendimientos en forma efectiva y rápida es la promoción del uso de semilla mejorada por los pequeños agricultores. Aunque la disponibilidad de semilla mejorada ha crecido uniformemente entre 1977 y 1993 este crecimiento ha sido insuficiente para satisfacer la demanda potencial por este insumo, lo que limitado seriamente el acceso a este insumo a los pequeños agricultores. Por

Tabla 1. Tasas anuales de crecimiento del consumo, producción, área cultivada, y rendimiento de maíz en Guatemala, 1960 - 1996.

Periodo	Tasa anual de crecimiento (porcentaje)			
	Consumo	Producción	Area	Rendimiento
1960 - 1987	3.01	3.08	0.46	2.78
1988 - 1996	3.01	1.24	0.46	0.00
Cambio	0	-1.84	0	-2.77

Fuente: USDA/ERS. Tasas anuales calculadas mediante regresión semi logarítmica.

ejemplo sólo el 31% del área cultivada con maíz en 1993 fue cultivada con semilla mejorada (López Pereira 1995). Las variedades de polinización libre (VPL) ocupaban el 19% mientras que los materiales híbridos ocupaban el otro 12%. Los productores mediano y grandes eran los principales usuarios del insumo (Echeverría 1990).

1.2 La producción semilla mejorada de maíz en Guatemala

La producción doméstica de semilla mejorada en Guatemala comenzó en 1961 con la creación del Departamento de Control y Certificación de Semillas. Mas tarde, en 1973 se crea el Instituto de Tecnología Agropecuaria (ICTA) como una institución semiautónoma y en 1975 se crea la Disciplina de Semillas. En 1977 se firma un acuerdo entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el ICTA con el objetivo de desarrollar la industria de semillas en Guatemala. Bajo este acuerdo el ICTA construyo una planta procesadora de semillas y comenzó a producir semilla mejorada. El desarrollo del sector privado comenzó mas tarde al final de la década de los 70 comienzo de los 80 y fue un factor vital el éxito de la industria en el país. En particular la inmigración de la firma Cristián-Burkard, S.A de El Salvador en 1981, marco un hito en el desarrollo de la industria semillera. Con el desarrollo de la industria semillera nacional en la segunda mitad de los 70, la disponibilidad local aumentó, particularmente aquella del sector público. Posteriormente, la disponibilidad del sector privado aumentó y aquella del sector publico declina hasta prácticamente desaparecer a fines de la década de los 80 (Veliz 1993).

Aunque la disponibilidad total de semilla mejorada creció durante 1974 y 1985 (Tabla 2), este crecimiento fue considerado insuficiente para satisfacer las necesidades potenciales de los pequeños agricultores. Para corregir esta situación y aumentar el acceso de los pequeños agricultores este insumo, el ICTA y la Dirección General de Servicios Agropecuarios (DIGESA) lanzaron en 1986 un proyecto denominado Proyecto de Generación y Transferencia de Tecnología Agrícola y Producción de Semilla (PROTTAPS).

Aunque el proyecto cubrió inicialmente 7 departamentos, a partir de 1989 se incorporan 8 más para un total de 15 departamentos.

**Tabla 2. Producción de semilla certificada de maíz a nivel nacional.
Guatemala 1981-1992**

Años	Producción de semilla certificada por sector (toneladas)	
	Sector convencional ^{1/}	PROGETTAPS ^{2/}
1981	969	
1982	1135	
1983	1791	
1984	2814	
1985	2343	
1986	1865	26.1
1987	3315	108.5
1988	1609	84.0
1989	1460	80.6
1990	2197	92.4
1991	1567	175.9
1992	1654	137.8

Fuentes: ^{1/} Años 1981 - 1992, Veliz 1993. ^{2/} Años 1985-1990, Valladares y Sain, 1993. Años 1991 - 1992, Veliz 1993.

El proyecto puso énfasis en la promoción y transferencia de nuevos materiales genéticamente mejorados los cuales eran producidos por el (ICTA) y transferidos por la Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA). Ambas instituciones se integran en la ejecución de PROGETTAPS y aprovechan el vínculo entre investigadores y extensionistas para promover un efecto multiplicador a través de la participación de agricultores en la prueba, adopción, integración y transferencia de tecnología (Córdova *et al.* 1992; Ortiz *et al.* 1989 y Ortiz *et al.* 1991).

A partir de 1987, el Programa cobra vigor mediante la implementación, a nivel nacional, de estrategias y mecanismos de transferencia de tecnología destinadas a generar un sector productivo de semilla mejorada con la participación de los pequeños agricultores a nivel de sus propias comunidades rurales, para que de esa manera, este sector tuviera acceso en cantidades suficientes a la semilla de nuevos materiales mejorados (Córdova *et al.* 1992). Aunque no estaba programada en la formulación inicial del Proyecto, una estrategia de acción que surgió durante su ejecución fue la del Programa de Producción Artesanal de Semilla Mejorada. Este programa fue planteado y ejecutado como una estrategia para hacer accesible la semilla mejorada a los agricultores que no tenían suficientes recursos para su compra o para aquellos que no la tenían disponible en su comunidad (Ramiro Ortiz. Comunicación personal).

Así, el número de parcelas de transferencia realizadas a nivel nacional por PROGETTAPS para los distintos cultivos involucrados pasa de 506 en 1986 a 4 630 en 1989 (Ortiz *et al.*, 1991). En estas parcelas los agricultores utilizaban principalmente semilla mejorada como único insumo del paquete tecnológico recomendado. Como consecuencia de la intensa actividad desarrollada en el período, la producción artesanal de semilla certificada de maíz a través de PROGETTAPS creció a una tasa anual del 22% pasando de 26.1 toneladas en 1986 a 138 toneladas en 1992 (Tabla 2).

1.3 Objetivos

El objetivo general del trabajo consiste en identificar los factores que influyen sobre la decisión de usar o no semilla mejorada por pequeños productores de maíz en Jutiapa, Guatemala. Se pretende conocer el impacto que ha tenido el programa de DIGESA como un medio de difusión de este insumo entre los pequeños agricultores. El estudio contribuye además a conocer cual es la intensidad del uso, preferencias en cuanto a formas de uso de semilla mejorada, e identificar el patrón de difusión histórico del uso de variedades mejoradas y materiales híbridos en la región.

La información generada es de utilidad para los diferentes sectores relacionados con la industria de producción y distribución de semilla así como para los fitomejoradores, y en general, para los responsables de orientar y mejorar el diseño de los sistemas de suministro de semillas mejorada para los agricultores más pobres.

1.4 Fuentes de datos

En este trabajo los datos primarios provienen de una encuesta realizada durante los meses de junio y julio de 1991 coordinada por un equipo de técnicos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), y DIGESA bajo el patrocinio conjunto del CIAT, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), y del Programa Regional de Maíz (PRM). La encuesta se realizó con extensionistas de DIGESA previamente capacitados para recolectar la información adecuadamente.

El tamaño de la muestra fue de 208 agricultores diseminados en los 18 municipios del departamento de Jutiapa que corresponde aproximadamente al 2% del total de fincas en el Departamento. El número de agricultores en cada Municipio se determinó de acuerdo con la proporción del número total de fincas en cada uno de ellos. Dentro de cada Municipio los agricultores fueron seleccionados al azar. El diseño de la encuesta fue coordinado por el CIAT (Baltensweller 1992).

2. Uso de Semilla Mejorada de Maíz en Jutiapa

2.1 Tipos de semillas de maíz usados por los agricultores

Casi tres cuartos de los agricultores de Jutiapa usaban semilla criolla en 1991 mientras que más de un tercio de ellos usaban semilla mejorada. Cuando esta información se desagrega, se puede observar un patrón de uso más complejo que se ilustra en la Tabla 3.

Aunque los agricultores reportaron más de 30 variedades criollas, 8 de ellas cubrían más del 85% del área cubierta con este tipo de materiales. La más popular fue Arriquin usada por 49% de los agricultores las otras 7 usadas más frecuentemente fueron Ulupilse, Bayonil, Americano, Matzón, San Marceño, Cola de Rata y Candela. En el caso de los materiales mejorados, los mas usados fueron la VPL B-1 y el híbrido H-5 usados por 80% de los agricultores. Otros materiales mejorados reportados fueron la VPL B-5 (11%) y el híbrido HB-83 (8%).

Tabla 3. Tipos de semilla de maíz usada durante la primera época de siembra por los agricultores del departamento de Jutiapa.

Tipo de semilla	Agricultores	Porcentaje
Sólo criolla ⁹⁶	46	
Sólo híbrida	27	13
Sólo VPL 12	6	
Criolla e híbrida	23	11
Criolla y VPL	39	19
Híbrida y VPL	4	2
Criolla, híbrida y VPL	6	3
Total	208	100

Considerando la asignación de tierra a los distintos materiales, en promedio los agricultores del área asignan un 70% a los materiales criollos y un 30 % a los mejorados. En este último caso el porcentaje se divide en 17% a híbridos y 13% a VPL.

2.2 Patrón de difusión de la semilla mejorada

El patrón de difusión de la semilla mejorada de maíz en el Departamento de Jutiapa se estimó mediante la recolección histórica entre los agricultores en la muestra de información sobre cuando comenzó a comprar o intercambiar semilla de variedades mejoradas o híbridos¹. Para minimizar los errores relacionados con este tipo de información se usaron ayudas visuales en donde se ubicaron en el tiempo eventos especiales ocurridos en el área. Los resultados reflejan parcialmente el impacto que tuvo el programa de DIGESA-PROGETTAPS (Figura 1). En los primeros 8 años (1977 - 1985) el porcentaje de agricultores que usaban semillas mejoradas aumentó en un 11% mientras que en los 6 años siguientes (1986 - 1991) la difusión de semilla mejorada en el departamento se aceleró y aumentó en un 38%, es decir a razón de un poco más del 6% anual.

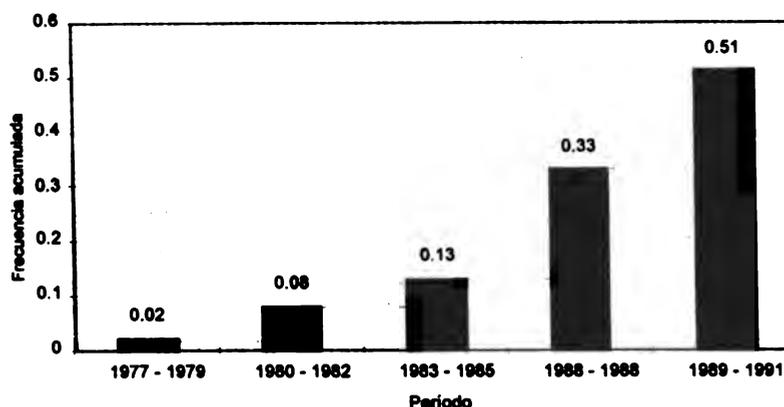


Figura 1. Patrón de difusión de la semilla mejorada de maíz en Jutiapa, Guatemala, 1977 - 1991

¹ No se distinguió entre variedades mejoradas y materiales híbridos por lo que el patrón de difusión se refiere a materiales mejorados en general.

3. La Adopción de Variedades Mejoradas

3.1 Opciones abiertas a los agricultores

En el momento de enfrentar la decisión de que tipo de semilla de maíz usar, los agricultores de Jutiapa se enfrentan básicamente a tres opciones: variedades locales, VPL, o materiales híbridos. En adición ellos deben decidir sobre cual de las cuatro fuentes u orígenes de la semilla usar: i) pueden usar su propia semilla guardada de años anteriores, ii) pueden comprarla o cambiarla con otro agricultor del área, iii) a un productor artesanal de semilla asociado al programa PROGETAPP, y finalmente pueden comprar la semilla en algún tienda de agroservicios (Tabla 4). Se debe notar que las VPL pueden adquirirse en cualquiera de las tres fuentes de origen, sin embargo los materiales híbridos no formaron parte del programa de PROGETTAPPS y por lo tanto no pueden obtenerse de los productores artesanales de semilla.

Tabla 4. Tipo y origen de la semilla disponible a los agricultores en Jutiapa.

Origen	Tipo	Nombre común
Propia u otro agricultor	Criollas VPL e híbridos de generaciones avanzadas	Arriquín H-5, H-3 (viejos)
Productor artesanal de semilla	VPL	B-1 B-5
ICTA y agroservicios	VPL	B-1 B-5
	Híbridos	H-5 HB-83 HB-85

Aparte del tipo y origen de la semilla, normalmente denominada como la calidad de la adopción, los agricultores deben decidir sobre qué porcentaje del área asignada al cultivo de maíz será cultivada con cada tipo de semilla. Esta última decisión se conoce como la intensidad de la adopción. La Figura 2 muestra los diferentes patrones de adopción para los materiales híbridos y para la VPL. Cerca del 30% de los agricultores en la muestra usaron VPL, pero la mayoría lo hizo sólo en parte del total de la superficie asignada al cultivo. En el caso de los materiales híbridos, 29% de los agricultores lo usaron y casi la mitad de ellos (44%) lo hacen en el total de la superficie cultivada.

Para capturar las decisiones se postularon tres modelos de adopción. El primero intenta explicar los factores que afectan la decisión de asignar parte o toda la superficie a una variedad mejorada sin importar el tipo de semilla que se trate. El segundo modelo intenta identificar aquellos factores que inciden en la decisión de que tipo de semilla sembrar sin importar si se la siembra en parte o en toda la superficie. Finalmente el tercer modelo, considera ambas decisiones en forma simultánea. A continuación se da la deificación de la variable dependiente en los tres modelos propuestos.

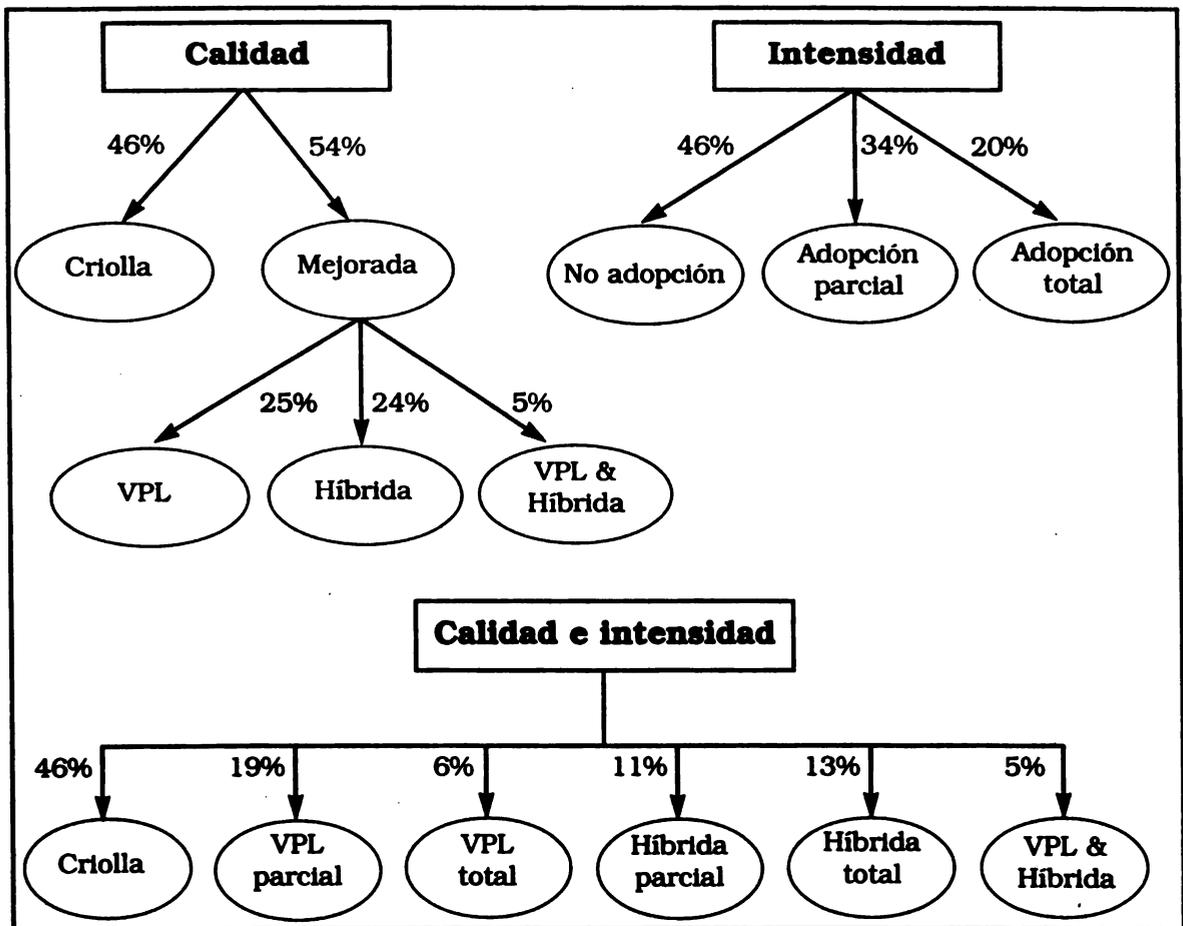


Figura 2. Clasificación de los agricultores de acuerdo al patrón de adopción observado en la muestra.

Modelo 1. Intensidad. En este caso la variable dependiente es una variable cualitativa que clasifica a los agricultores en tres categorías. El valor 1 representa a los agricultores que no han adoptado una variedad mejorada, el valor 2 representa a aquellos que han adoptado la semilla mejorada en forma parcial, es decir que siembran en sólo una parte de la superficie cultivada, y el valor 3 representa a aquellos que la adoptaron en forma total. La Tabla 5 muestra las proporciones encontradas en la muestra de las tres categorías.

Tabla 5. Frecuencia de la variable dependiente en el caso de la intensidad de la adopción.

Categoría	Porcentaje
No adoptador (Y _i =1)	46
Adoptador parcial (Y _i =2)	33
Adoptador total (Y _i =3)	21
Total (n=186)	100

Modelo 2. Calidad. En este caso la variable dependiente es una variable cualitativa cuyo valor 1 representa al agricultor que no adoptó, el valor 2 representa a aquel que usa una VPL en parte o en toda la superficie cultivada, el valor 3 representa al agricultor que usa materiales híbridos en parte o en toda la superficie cultivada y el valor 4 si el agricultor adopta ambos VPL y materiales híbridos en parte o toda la superficie. La Tabla 6 muestra las proporciones de cada categoría en la muestra.

Tabla 6. Variable dependiente en el modelo de calidad de la adopción

Categorías	Porcentaje
No adoptador (Y _i =1)	46
Adopta VPL (Y _i =2)	24
Adopta Híbridos (Y _i =3)	25
Adopta Híbridos & VPL (Y _i =4)	5
Total (n=186)	100

Modelo 3. Calidad e intensidad. En este caso la variable cualitativa divide a los agricultores en seis categorías. La Tabla 7 provee una descripción y las proporciones de cada una en la muestra. Se debe notar que debido al pequeño número de observaciones en las categorías de adopción parcial y total de ambos tipos de semilla, estas categorías se agruparon en una sola sin diferenciar por el nivel de intensidad.

Tabla 7. Variable dependiente en el modelo de calidad e intensidad de la adopción

Categorías	Porcentaje
No adoptador (Y _i =1)	46
Adopta VPL parcial (Y _i =2)	18
Adopta VPL total (Y _i =3)	6
Adopta híbrido parcial (Y _i =4)	12
Adopta híbrido total (Y _i =5)	13
Adopta híbrido & VPL (Y _i =6)	5
Total (n=186)	100

4. Estimación

4.1 Variables independientes

Los factores que afectan la adopción de nuevas alternativas tecnológicas se han agrupado en dos categorías principales: aquellas relacionadas con la demanda de tecnologías como lo son las características del agricultor y la finca y aquellas relacionadas con la oferta usualmente relacionadas con las características de la tecnología y su disponibilidad. (Feder *et al.*, 1985). El modelo empírico propuesto considera ocho variables relacionadas con las circunstancias de los agricultores y cuatro relacionadas con los costos directos e indirectos de adquirir la semilla.

4.1.1 Características de la finca y del agricultor

Sistema. Variable cualitativa que toma el valor 1 si el agricultor siembra el maíz en monocultivo y 0 si lo hace asociado con otro cultivo.

Familia. Tamaño de la familia medido por el número de personas que viven en la finca.

Tamanfinca. Tamaño de la finca en hectáreas (en logaritmo).

Impmaiz Proporción del área total que es sembrada con maíz.

Tierraprop Proporción del área total bajo cultivo que es propiedad del agricultor.

Edad. Edad del agricultor (años).

Educación. Variable cualitativa que toma el valor 1 si el agricultor tienen al menos un año de escolaridad y 0 si no lo tiene.

Topografía. Proporción del área cultivada con maíz que el agricultor considera plana.

4.1.2 Variables relacionadas con los costos de adquirir semilla

Distancia. Distancia de la finca a la municipalidad más cercana donde el agricultor compra los insumos y vende sus productos (en logaritmo natural de los km).

Digesa. Número de años que el agricultor estuvo colaborando con DIGESA

Asociación. Variable cualitativa que toma el valor 1 si el agricultor participa en alguna organización social y/o comunitaria y 0 si no lo hace.

Financia. Variable cualitativa que toma el valor 1 si el agricultor usa alguna fuente de financiamiento externo para producir maíz y 0 si no lo hace.

Las Tablas 8 y 9 muestran las características de las variables en la muestra y sus efectos esperados.

Tabla 8. Variables cuantitativas, efectos esperados y estadísticas descriptivas

Variable	Efecto esperado	Estadísticas Descriptivas en la muestra			
		Media desviación	Standard	Mínimum	Máximum
Distancia.	-	8.22	7.54	0	36
Edad.	-	44	14.4	17	81
Tamanfinca.	+	3.30	2.97	0.5	625
Impmaiz	+	0.71	0.31	0.02	1
Tierraprop.	+	2.2	2.4	0	15
Digesa.	+	2.5	3.2	0	26
Familia.	-	6.0	2.4	1	13
Topografía	+	0.49	0.43	0	1

Tabla 9. Variables cualitativas, efectos esperados y estadísticas descriptivas

Variable	Efecto Esperado	Proporción
Sistema..	+	0.42
Educación..	+	0.42
Asociación.	+	0.23
Financia.	+	0.16

5. Resultados y Discusión

Los tres modelos fueron estimados usando el método de máxima verosimilitud. Los modelos ajustaron bien de acuerdo con los diferentes criterios propuestos en la literatura, con la mayoría de las variables con los signos esperados. A continuación se presenta una discusión de los resultados del modelo completo de intensidad y calidad. Una análisis más detallado se puede encontrar en Sain y Martínez (1997).

Los resultados de estimar el modelo completo de intensidad y calidad muestra un patrón de efectos similar a aquellos registrados en los modelos individuales (Tabla 10). La experiencia con DIGESA y la topografía son factores importantes en la elección de VPL mientras que el sistema de cultivo y el tamaño de finca son determinantes en la decisión de adoptar semilla de materiales híbridos. El tamaño de la familia es un factor importante en la decisión de adoptar los materiales híbridos en forma parcial o en total.

El tipo de sistema de cultivo fue la única variable cualitativa que tuvo un efecto significativo sobre la probabilidad de adopción. La posibilidad de obtener financiamiento externo a la finca resultó significativa en la prueba de una sola cola en el caso de que la decisión se de adopción total de materiales híbridos, opción que es la que requiere más dinero en efectivo. La Tabla 11 muestra la probabilidad de adopción calculada a los valores medios de las variables cuantitativas. La última fila de la tabla muestra el impacto porcentual en la probabilidad de adopción ante un cambio en el sistema de cultivo de la forma tradicional a monocultivo. Los resultados muestran la importancia del tipo de sistema en la decisión de adopción de materiales híbridos, particularmente en el caso de adopción total o combinado con adopción de VPL. En estos casos la elasticidad resultó por arriba de la unidad.

El impacto de las variables cuantitativas se analiza usando su impacto relativo sobre la probabilidad de adopción². La Tabla 12, muestra la elasticidad de la probabilidad de adopción para cambios en las variables que resultaron estadísticamente diferentes de cero. Las elasticidades fueron calculadas para el caso de agricultores que siembran maíz en forma tradicional.

2 La elasticidad, ϵ_i mide el cambio en la probabilidad de adopción ante un cambio relativo en un factor. Se calcula mediante la fórmula siguiente: $\epsilon_i = b_i \cdot X_i \cdot (1 - P)$; donde b_i representa el coeficiente estimado asociado con el factor i -ésimo y P la probabilidad de adopción (Train 1990).

Tabla 10. Factores que afectan la intensidad y calidad de la adopción de variedades mejoradas en Jutiapa, Guatemala.

Normalización sobre no adopción					
Variable	VPL parcial	VPL total	Híbrida parcial	Híbrida total	VPL & Híbrida
SISTEMA	0.98 (2.09)**	-0.98 (-0.99)	0.92 (1.65)*	1.24 (2.29)**	1.33 (1.7)*
LNDISTANCIA	-0.02 (-0.06)	1.39 (2.08)**	-0.02 (-0.04)	0.07 (0.22)	0.89 (1.59)
LNEDAD	-0.03 (-0.04)	-0.61 (-0.52)	-0.58 (-0.69)	1.07 (1.40)	-0.58 (-0.51)
EDUCACION	-0.12 (-0.24)	0.42 (0.54)	0.24 (0.40)	-0.23 (-0.43)	0.33 (0.38)
LOGTAMAN	0.50 (1.09)	-1.27 (-1.43) †	1.35 (2.54)***	0.65 (1.46) †	1.47 (1.96)*
TIERRAPROP	0.20 (1.39) †	0.36 (1.27) †	0.21 (1.45)†	-0.30 (-1.50)	0.09 (0.44)
IMPMAIZ	1.82 (1.55) †	-4.14 (-1.72)*	2.62 (1.82)*	-0.38 (-0.30)	3.34 (1.64)*
DIGESA0.15	0.22 (1.96)**	-0.09 (1.89)*	-0.07 (-0.80)	0.13 (-0.61)	(1.31) †
FINANCIA	0.55 (0.85)	0.61 (0.63)	-0.58 (-0.62)	0.91 (1.42) †	-0.73 (-0.57)
FAMILIA	0.01 (0.15)	-0.25 (-1.49) †	0.06 (0.50)	-0.20 (-1.74)*	-0.03 (-0.19)
TOPOGRAFIA	0.83 (1.54) †	1.92 (2.02)**	0.37 (0.57)	0.28 (0.47)	0.51 (0.54)
Constante	-4.52	0.17	-4.1	-4.91	-7.53

Log-likelihood modelo completo: -
 Log-likelihood modelo restringido: -278.9
 Porcentaje predichos correctamente: 54

McFadden's pseudo R²= 0.22
 n = 186
 c²(60) = 123***

Los valores entre paréntesis son errores estándar asintóticos.

*** Significativo al 1%, prueba de dos colas.

** Significativo al 5%, prueba de dos colas

* Significativo al 10%, prueba de dos colas

† Significativo al 10%, prueba de una cola.

Tabla 11. Probabilidad de adopción para los dos tipos de sistemas de cultivo de maíz.

Sistema	Probabilidad de adopción				
	VPL Parcial	VPL Total	Híbrido Parcial	Híbrido Total	VPL& Híbrido
Tradicional	0.15		0.08	0.02	0.02
Monocultivo	0.25		0.11	0.05	0.05
Cambio (%)	68		45	119	119

Tabla 12. Elasticidad de la probabilidad de adopción para un agricultor típico (cambio porcentual en la probabilidad de adopción ante un aumento de 1% en el factor)

Variable	VPL		Híbrido	
	Parcial	Total	Parcial	Total
TAMANFINCA		-1.23	1.25	0.61
FAMILIA	-1.44		-1.14	
TOPOGRAFIA	0.36	0.93		
TIERRAPROP	0.38	0.77	0.43	
IMPMAIZ	1.07	-2.77	1.67	
DIGESA0.32	0.52			

5.1 Características de la finca y del agricultor

Tamaño de finca. El tamaño de la finca tiene un impacto positivo en la adopción de la semilla híbrida en general y particularmente en la adopción parcial. Un incremento en 10% en el tamaño total de la finca aumenta la probabilidad de adopción parcial en forma más que proporcional (12,5%). El tamaño de la finca y la tenencia de la tierra son dos factores que afectan en forma positiva la probabilidad de adoptar semilla mejorada. Un mayor tamaño indica un mayor nivel de riqueza e ingresos los cuales se correlacionan positivamente con la posibilidad de adquirir insumos mejorados como la semilla mejorada. Los resultados son afines con los encontrados en otros estudios sobre la adopción de nuevas tecnologías (Brush *et al.* 1990; Belknap y Saupe 1988; Rahm y Huffman 1984).

Tenencia de la tierra. El tamaño del área bajo cultivos anuales propiedad del agricultor tiene un efecto positivo sobre la probabilidad de adopción de la semilla de VPL, pero en este caso el efecto fue menos que proporcional. Un incremento en el 10% en el área bajo propiedad conlleva un aumento que va desde el 4 al 8% en la probabilidad de adopción de VPL en forma parcial y total respectivamente. El resultado es congruente con aquellos encontrados en estudios previos (Brush *et al.*, 1990; Belknap y Saupe, 1988).

Importancia del área con maíz. La proporción del área total dedicada al maíz juega también un papel importante en la decisión de adopción, particularmente en lo que se refiere a la intensidad del proceso. La elasticidad estimada para este factor resultó más que unitaria en el caso en el caso de la adopción parcial de VPL y también de materiales híbridos. Sin embargo cuando se toma la decisión de adopción total, la dirección de influencia del factor se revierte. En el caso de las VPL, un aumento en el 10% en la superficie cultivada trae aparejado una reducción fuerte de 28% en la probabilidad de adoptar en forma total.

Tamaño de la familia. Tal como fuera esperado el tamaño de la familia juega un papel importante en la intensidad de la adopción de semilla mejorada, tanto VPL como híbridos. Las elasticidades muestran en este caso que un aumento de 10% en el tamaño

de la familia reduce la probabilidad de adopción total de VPL en 14%, y de materiales híbridos en 11%. Mientras que en el caso de adopción parcial, el factor no es estadísticamente diferente de cero en ninguno de los dos casos. Estos resultados son consistentes con aquellos encontrados en los trabajos de Brush *et al.* (1990) y de Rauniyar y Goode (1990).

Topografía de la parcela. Tal como fuera postulado la percepción de los agricultores sobre la topografía de la parcela tiene un impacto positivo sobre la adopción de ambos tipos de materiales. Sin embargo el coeficiente asociado con este factor sólo resultó significativo en el caso de las VPL. Un incremento del 10% en la proporción de la parcela de maíz que es considerada como plana aumenta la probabilidad de sembrar VPL en forma parcial o total en 4 y 9% respectivamente. El resultado es consistente con el reportado por Bellón y Taylor (1993), quienes encontraron una clara asociación entre la calidad del suelo percibida por los agricultores y la adopción de semilla mejorada de maíz en Chiapas, México.

Experiencia con DIGESA. El número de años que un agricultor esté asociado con DIGESA, tiene un impacto importante y positivo sobre la probabilidad de adoptar semilla de VPL, pero no tiene impacto alguno sobre la adopción de materiales híbridos. Este resultado aunque positivo no fue tan fuerte como era esperado. Un incremento en 10% en el número de años en el programa implica un aumento menos que proporcional (4 y 5% respectivamente) en la probabilidad de adopción parcial o total de VPL. Se debe remarcar que el programa no presionó para que los agricultores adoptaran las VPL en forma total, por lo que no era de esperar que tuviera influencia en la intensidad de adopción de estos materiales.

En resumen, los factores identificados parecen indicar la existencia de un proceso de adopción en dos etapas. La decisión de adopción parcial parecen estar reguladas por factores como el tamaño de la familia y la importancia relativa del maíz en la finca, mientras que el tipo de semilla de maíz (calidad) parecen estar regulados por el tamaño de la finca, que favorece a los materiales híbridos, y por la tenencia y la topografía que favorecen a las VPL. Pero por sobre todo, los resultados parecen favorecer la conjetura que la adopción de semilla mejorada tanto VPL como híbrida, ya sea en forma parcial como total, va acompañada por un cambio en la forma de cultivar el maíz, de la forma tradicional en asocio con sorgo o frijol a una siembra en monocultivo. Estos hallazgos son consistentes con las conclusiones alcanzadas por Smale, Just y Leathers (1994).

Otros factores que frecuentemente se mencionan en la literatura como influenciando la adopción de nuevas tecnologías tales como la distancia a los mercados, y la edad y el nivel de educación del agricultor no resultaron significativos en el modelo propuesto. El coeficiente relacionado con el financiamiento externo aunque mostró el signo esperado no resultó estadísticamente diferente de cero. La única excepción fue el caso de la adopción de semilla híbrida en forma total, en donde el acceso a financiamiento sí es un factor que aumenta la probabilidad de adopción.

6. Resumen y Conclusiones

La mayoría de los productores de maíz en Guatemala son pequeños agricultores que no tienen acceso a insumos externos tales como semilla mejorada. Así, en 1993, sólo un 30% de la superficie cultivada con maíz en Guatemala fue sembrada con semilla mejo-

rada. El proyecto PROGETTAPS comenzó en 1986 con el objetivo de corregir esta situación promoviendo el acceso y uso de semilla mejorada entre los pequeños agricultores. En este trabajo se intentó identificar la intensidad y la formas de uso de semilla mejorada así como el patrón de difusión en el Departamento de Jutiapa Guatemala. Asimismo, el trabajo trató de identificar los factores que afectan la decisión de usar o no semilla mejorada y cual fue la influencia del programa de PROGETTAPS, como un medio de fomentar el uso de semilla mejorada entre los pequeños agricultores.

Los resultados mostraron un complejo patrón de uso. Aunque los agricultores un número variado de tipos de semilla, las preferencias se concentran en el uso de una variedad local denominada Arriquin y dos materiales mejorados: una VPL (B-1) y un híbrido (H-5). La mayor parte de los agricultores acostumbran usar el mismo material por un periodo que va de 1 a 3 ciclos de cultivo. Los rendimientos de grano y los precios relativos de la semilla mejorada, son apropiados para el uso de semilla mejorada en la región. Los agricultores pueden esperar ganancias en sus rendimientos que van desde 35 a 70% del cambio de la variedad local a una VPL o un híbrido. Esta ganancia se puede obtener pagando precios relativos que van desde 3 a 5 kg de grano por cada kg. de semilla de VPL o de semilla híbrida.

La decisión de usar materiales mejorados, ya sea VPL o híbridos en parte o en toda la superficie de maíz se encuentra asociada fuertemente con un cambio en el sistema de cultivo de la forma tradicional en asocio, a un sistema en monocultivo. Este resultado es consistente con la hipótesis de que aquellos agricultores que siembran maíz en monocultivo producen principalmente para el mercado, y por lo tanto la productividad de la parcela juega un papel importante mientras que consideraciones de consumo pasan a un segundo plano. Esta hipótesis también es apoyada por los resultados encontrados sobre la influencia del tamaño del grupo familiar que muestran que este factor es importante en la decisión de adopción total particularmente en el caso de materiales híbridos.

Los resultados también muestran que la probabilidad de usar semilla híbrida en parte o en toda la superficie aumenta con el tamaño de la finca, resultado con fuertes implicaciones para la estrategia para los servicios de extensión. En este sentido, los resultados también confirmaron la importancia de PROGETTAPS en la adopción y difusión de VPL. Otro factor que juega un papel importante en la decisión de adoptar la semilla mejorada en forma total es la percepción del agricultor acerca de la topografía de la parcela de maíz. Los resultados indicaron que los agricultores tienden a sembrar semilla mejorada en aquellas parcelas que ellos consideran como planas en comparación con otras de mayor pendiente.

Bibliografía

- Baltensweiler, M. 1992. Resultados sobre el estudio de los tres sistemas de suministro de semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L) en Guatemala. PROFRIJOL-CIAT. Taller realizado para colaboradores del estudio de DIGESA e ICTA. Guatemala.
- Belknap, J. y W. E. Saupe 1988. Farm family resources and the adoption of no-plow tillage in South Western, Wisconsin. North Central Journal of Agricultural Economics. Vol. 10, No. 1, 13-14
- Bellon, Mauricio R. and J. Edward Taylor 1993. "Folk' Soil Taxonomy and the Partial Adoption of New Seed Varieties." Economic Development and Cultural Change 41(4), 763-786.

- Brush, S., Taylor, E. and M. Bellon 1990. Biological diversity and technology adoption in Andean potato agriculture. Mimeo. no publicado. University of California, Davis.
- CIMMYT. Programa de Economía 1993. La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas. CIMMYT. México, D.F.
- Córdova, H. S., Queme J. L. y P. Rosado 1992. Producción artesanal de semilla de maíz para el pequeño agricultor en Guatemala. PRM, ICTA, DIGESA. Segunda edición. Ciudad de Guatemala, Guatemala.
- Echeverría, R. G. 1990. Inversiones públicas y privadas en las investigación sobre maíz en México y Guatemala. Documento de trabajo 90/03 del Programa de Economía del CIMMYT. México, D.F. CIMMYT.
- Gallardo E. y Figueroa, R. 1992. Ajuste estructural, términos de intercambio internos y la pequeña producción de granos básicos: el caso de Guatemala. Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica Sobre los Granos en Centroamérica. San José, Costa Rica.
- Gottret, Maria Veronica, G. Henry and Myriam Cristina Duque. 1993. Going beyond dichotomous adoption: the case of cassava technology on the Atlantic Coast of Colombia. Trends in CIAT commodities, 1993. Working Document No. 128. CIAT, Cali, Colombia. 97 - 118.
- Gujarati, Damodar, N. 1988. Basic econometrics. McGraw Hill, Inc. New York. 2nd. Edition.
- Harrington, L., Krisdiana, R. and K. Herianto 1992. On-farm research and farmer adoption of new maize technology in Malang District, Indonesia. MARIF-CIMMIYT, Bangkok, Thailand.
- Heisey, P. W. 1990. Accelerating the Transfer of Wheat Breeding Gains to Farmers: A Study of the Dynamic of Varietal Replacement in Pakistán. CIMMYT Research Report #1. México D.F., México.. 84-90.
- Heisey, P. W and. Brennan, J.P. 1991 An analytical model of farmer's demand for replacement seed. Amer. J. Agr. Econ. Nov. 1991. 1045-1052.
- Herd, R.W. and C. Capule 1983 Adoption, spread, and production impact of modern rice varieties in Asia. International Rice Research Institute. Philippines.
- Herrera, D. y M. Jiménez 1992 El comercio intrarregional de granos en Centroamérica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
- Manski, C.F. 1977. The Structure of Random Utility Models: Theory and Decision. 8:229-254.
- Ortiz, R., A. Meneses y P. Rosado. 1989. Producción artesanal de semilla mejorada para aumentar las tasas de adopción. XXXV Reunión Anual del PPCMCA. San Pedro Sula, Honduras.
- Ortiz, R., Ruano S., Juárez H., Olivet F., y A. Meneses. 1991. A new model for technology transfer in Guatemala. Closing the Gap between research and extension. International Service for National Agricultural Research, OFCOR-Discussion Paper No 2, ISNAR.
- Rahm, M. and W. Huffman 1984. The adoption of reduced tillage: The role of human capital and other variables. American Journal Economics Association.. 3:7
- Rauniyar, G. and F. Goode 1990. An economical analysis of technological adoption in Swaziland. Paper presented at the annual meeting of the Agricultural Economics Association, Vancouver, Canada, 4-8., 2, 3-12.
- Simmons, C.; J.M. Taramo., y J. H. Pinto 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Instituto Agropecuario Nacional, Ministerio de Agricultura. Editorial del Ministerio de Educación Pública.
- Thornton, P.K. and G. Hoogenboom 1990 Agrotechnology transfer and socio-economic modelling in Guatemala. Department of Agricultural Engineering, University of Georgia, U.S.A.

- Train K. 1990. Qualitative Choice Analysis. Theory, Econometrics and Application to Automobile Demand. The MIT Press, Cambridge, Mass.**
- Valladares, C. H. y G. Sain 1992. Diagnóstico de la industria de la semilla de maíz certificada en Centro América. En J. Bolaños, G. Sain, R. Urbina, and H. Barreto (eds.), Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992. Guatemala City, Guatemala: PRM.**
- Veliz, D. 1993. Diagnóstico sobre la producción de semillas de granos básicos en Guatemala. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales. Guatemala. 77-90.**
- Viana, A. 1990. Evaluación económica del carácter precocidad en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) y derivación de planes óptimos económicos de producción. Jutiapa, Guatemala. Tesis para la Maestría en Economía Agrícola. Centro de Economía. Montecillo, México.**

ADOPCION Y USO DE SEMILLA MEJORADA DE MAIZ EN CUATRO PARCELAMIENTOS DE LA COSTA SUR DE GUATEMALA

Julio A. Martínez G.

1. Introducción

1.1 Antecedentes

La producción de semillas certificada es una actividad que viene desarrollándose en Guatemala desde el año de 1961, sin embargo no fue hasta 1975 que fue creada la Disciplina de Semillas en el ICTA, institución tal que ha jugado un papel primordial en el desarrollo de la industria semillerista (Dávila 1977)¹.

A partir de la producción sistematizada de semillas por parte de ICTA, se empieza a desarrollar una actividad semillerista por parte de la iniciativa privada, y ya en 1981 la empresa Cristiani Burkard, S.A., por primera vez en Guatemala, produce en forma privada semilla híbrida de maíz.

Actualmente, se producen cerca de nueve híbridos por parte de empresas privadas, siendo aproximadamente cinco de Cristiani Burkard, S.A. y cuatro de SEMINAL, empresas de mayor importancia en la producción de semillas de maíz. Además de sus propias semillas, generalmente producen los híbridos de ICTA HB-83, ICTA HA-28 y la variedad ICTA B-1.

1.2 Objetivos

El objetivo general del trabajo es determinar el grado de adopción de semillas mejoradas de maíz en los parcelamientos de El Rosario, Caballo Blanco, La Máquina y Nueva Concepción de la Costa Sur de Guatemala. En particular, el trabajo busca cumplir los siguientes objetivos específicos: (1) Conocer las clases de semillas de maíz que están siendo objeto de uso entre los agricultores de los parcelamientos en estudio; (2) Conocer el sistema y superficie de siembra de los materiales mejorados de maíz en los parcelamientos

¹ Diagnóstico de la certificación de semillas de granos básicos en Guatemala.

en estudio; y (3) Determinar si existe una relación directa o inversa en el uso de los materiales mejorados de maíz de acuerdo a edad, escolaridad y número de hijos del productor, además de las variables de área sembrada, meses de almacenaje del maíz y la producción de este mismo grano en la cosecha anterior.

En el presente trabajo se investiga el índice de adopción de las semillas mejoradas de maíz, con énfasis en semillas híbridas, debido a que en la Costa Sur de Guatemala son estas últimas las que denotan una mayor demanda de parte de los productores, por lo que se espera que las mismas presenten un mayor índice de adopción. Además, se tratará de identificar la adopción por cada uno de los productores de semilla (sean estos privados o estatales) que comercializan la misma en esta zona. También se hará un recuento de todos los materiales criollos o mejorados que utilizan los productores de maíz de los parcelamientos en estudio.

2. Metodología

A consecuencia de que aproximadamente desde 1978, el ICTA ha venido desarrollando actividades de mejoramiento de maíz en campos de agricultores (evaluación agronómica) en la Costa Sur de Guatemala, principalmente en el parcelamiento La Máquina de Retalhuleu, se consideró conveniente tomar como punto de estudio este parcelamiento y tres más: El Rosario, Caballo Blanco (ambos de Retalhuleu) y Nueva Concepción de Escuintla; donde las tecnologías y materiales desarrollados también han sido objeto de algún tipo de transferencia hacia esas áreas.

Aunado a lo anterior, también presentan la característica de que son zonas donde la empresa privada semillerista más importante de Guatemala, realizan actividades de desarrollo y venta de material mejorado de maíz, por lo que se cree que la adquisición de la semilla mejorada certificada no es problema para aquellos productores que desean usar este tipo de semilla, lo que da la seguridad que los índices de adopción son representativos y confiables de acuerdo al gusto de los productores.

Según datos del Instituto de Transformación Agraria (INTA), estos parcelamientos contaban para el año 1974 (falta de datos más recientes), con las siguientes estadísticas:

Tomando como población universo el número de parcelas, teniendo en cuenta el presupuesto asignado para la actividad y por la falta de información previa respecto a la varianza de los estratos (o parcelamientos), se considero conveniente el uso del muestreo aleatorio estratificado con cada parcelamiento como estrato para extraer la muestra a estudiar. Por ser el costo del muestreo el mismo para cada estrato, se decidió aplicar la asignación proporcional, arrojando las muestras por estrato que se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1. Universo poblacional y muestras seleccionadas

Aparcelamiento	No. de parcelas	Población	No. de muestras
El Rosario	130	650	11
Caballo Blanco	233	1165	19
La Máquina	1297	6485	105
Nueva Concepción	1415	7075	115
Total	3075	15.375	250

Mediante la ejecución de un taller con técnicos de ICTA y DIGESA (Dirección General de Servicios Agrícolas) que laboran en estos parcelamientos, se elaboró la boleta a utilizar para extraer la información requerida. Dicha boleta fue probada con 15 productores de la zona y mediante un simulacro de análisis se procedió a corregirla y de esta forma, quedó elaborada para el paso definitivo.

El trabajo de campo fue ejecutado por el mismo personal que participara en el taller, por lo que se contó con la ventaja de un buen conocimiento de las variables a estudiar, pues estos mismos técnicos, con la ayuda de economistas de Programa Regional de Frijol (PROFRIJOL), Programa Regional de Maíz (PRM) y la instancia que lleva a cabo estudios de socioeconomía en el ICTA, fueron los que diseñaron la boleta.

Con la información de campo extraída, se procedió al análisis estadístico consistente en frecuencias, correlaciones y pruebas de media. Finalmente se procedió a escribir el presente informe.

3. Resultados

3.1 Descripción del área

En la **Tabla 2**, se presenta datos relevantes de los cuatro parcelamientos en estudio. Es de hacer mención que para el año de 1974, el promedio del tamaño de la parcela era de 20 ha para cada uno de los parcelamientos.

3.2 Siembra de primera o de fuego

En los cuatro parcelamientos en estudio, se practica la siembra de primera o de fuego, siembra única de los parcelamientos de El Rosario y Caballo Blanco. La fecha principal de esta siembra, es la primera quincena del mes de mayo, solo para el parcelamiento El Rosario se reporta la segunda quincena de abril como la principal. Sin embargo, la fecha esta determinada principalmente por la entrada de la época de lluvia en el área.

Los parcelamientos de El Rosario, Caballo Blanco y La Máquina, realizan esta siembra de primera con el sistema llamado de relevo, en el que usan como relevo el cultivo del ajonjolí. Este sistema consiste en sembrar el ajonjolí seguidamente a la dobla del maíz, actividad que generalmente la realizan en el mes de agosto. Para el caso particular del parcelamiento de la Nueva Concepción, el sistema predominante es el monocultivo, aunque es importante hacer mención, que también en este parcelamiento un 22 por ciento de los productores acostumbran el sistema de siembra de relevo.

Las clases de semilla utilizadas en esta siembra se pueden dividir en dos grandes grupos: las semillas mejoradas y las semillas criollas. Además, las primeras pueden subdividirse en dos grupos: las producidas por institución pública (ICTA) y las producidas por empresas privadas (principalmente las empresas Cristiani Burkard, S.A. y SEMINAL).

En los parcelamientos de El Rosario y Caballo Blanco, solamente se reporta el uso de semilla criolla y el híbrido ICTA HB-83 como la única semilla mejorada. En estos parcelamientos no se encontró el uso de semillas producidas por las empresas privadas.

Tabla 2. Información relevante sobre los cuatro parcelamientos de la costa sur de Guatemala, 1996.

Parcelamiento	Ubicación- municipio- depto.	Area ha	Precipitación pluviál mm anual	Promedio de días de lluvia	Temperatura- máxima- mínima	Altitud msnm	Pendiente %
El Rosario	Champerico Retalhuleu	2594	1200 A 3900	180	35 - 21	8 a 37	3 y 4
Caballo Blanco	Retalhuleu Retalhuleu	3455	1778 A 2000	76	33 - 21	60 a 78	0 y 2
La Máquina	Cuyotenango y san andres villa seca	34,978	2219 A 4000	107	31 - 24	6 a 152	3 y 4
Nueva Concepción	Suchitepequez y retalhuleu Nueva concepción Escuintla	35,909	1619 A 2500	130	31 - 21	60 a 75	2.7 y 4.2

Son los parcelamientos de La Máquina y Nueva Concepción, los que ya presentan una diversidad de clases de semilla, pero la predominancia del uso de semillas mejoradas es notable. En el primero de los parcelamientos predomina el uso del híbrido HS-5 (42%), híbrido que es desarrollado por la empresa de Cristiani Burkard, S.A., sin embargo, en Nueva Concepción el uso de las semillas de los diferentes grupos de generadores, es aproximadamente de la misma proporción, aunque en este caso, predomina el uso de semillas ICTA (ICTA B-1, ICTA HB-83 e ICTA HA-28).

3.3 Siembra de segunda o de riego

Otras de las siembras que acostumbran hacer en los parcelamientos de La Máquina y Nueva Concepción, es la siembra de segunda o de riego, cuya fecha predominante de llevarla a cabo es la segunda quincena de agosto y primera de septiembre respectivamente. El sistema de siembra más común en esta siembra, es el monocultivo.

En esta siembra continúa predominando el uso de semillas mejoradas, notándose una ligera presencia de semillas de la empresa SEMINAL; aunque, como en el caso del parcelamiento de La Máquina, como sucediera en la siembra anterior, predominan las semillas de ICTA; no así para Nueva Concepción, donde las semillas de Cristiani son las de mayor uso.

3.4 Siembra de humedad

La última y tercera siembra reportada, es la siembra de humedad, se encontró únicamente en el parcelamiento de Nueva Concepción (15% de los productores). Esta siembra, igual que la anterior, se practica en el sistema de monocultivo. La fecha de hacerla generalmente es en marzo, aunque existen productores que la realizan desde la primera quincena de enero.

Como sucede en la siembra de segunda o de riego, en esta siembra y en este parcelamiento predomina el uso de semillas mejoradas de Cristiani Burkard, S.A. (52%), siendo el híbrido HS-5 el de mayor uso. En segunda posición están las de ICTA.

4. Adopción

Con el propósito de determinar la relación existente entre la variable adopción y el resto de variables (edad, escolaridad y número de hijos del productor, área sembrada, meses de almacenamiento de su maíz y producción de maíz de cosecha anterior), se procedió a realizar las correlaciones correspondientes, determinando que únicamente la variable "producción de cosecha anterior de maíz" presentó una mínima relación directa y/o positiva ($r=0.1$) a un nivel de significancia del 90 por ciento. Por el resultado anterior, se puede afirmar que cuanto más se produce maíz en cosecha anterior, mayor es la probabilidad de que el productor decida hacer uso de semilla mejorada de este cultivo.

La **Tabla 3**, muestra información referente a los tipos de semilla de maíz utilizada en los cuatro parcelamientos de la Costa Sur de Guatemala. De las 1 853 ha de maíz muestreadas, el 89% correspondieron a semillas mejoradas. De estas, el 85% fueron materiales híbridos, lo que da una pauta de la importancia de este tipo de materiales en la zona.

Para el análisis de los índices de adopción, se dividió la muestra en los ocho grupos que se listan a continuación:

1. adopción variedades ICTA
2. adopción híbridos ICTA
3. adopción semillas mejoradas de ICTA (variedades e híbridos)
4. adopción semillas Cristiani Burkard, S.A.
5. adopción semillas SEMINAL
6. adopción variedades mejoradas
7. adopción híbridos
8. adopción de material mejorado (variedades e híbridos)

Tabla 3. Diferentes Clases de Semilla de Maíz Utilizadas en Cuatro Parcelamientos de la Costa Sur de Guatemala, Durante el Año 1995 - 1996.

Nombre	Tipo de semilla	Empresa productora	Area (ha).
HA - 28	Híbrido	ICTA	408
HB - 83	Híbrido	ICTA	438
HA - 9122	Híbrido	ICTA	12
T-101	Híbrido	ICTA	11
HA - 44	Híbrido	ICTA	5
HB - 85	Híbrido	ICTA	1
HS - 5	Híbrido	Cristiani Burkard, S.A	237
HS - 5G	Híbrido	Cristiani Burkard, S.A	74
HS - 4	Híbrido	Cristiani Burkard, S.A	53
HS - 3	Híbrido	Cristiani Burkard, S.A	46
H - 5	Híbrido	Cristiani Burkard, S.A	38
H - 3	Híbrido	Cristiani Burkard, S.A	27
HS - 2	Híbrido	Cristiani Burkard, S.A	13
HS - 7	Híbrido	Cristiani Burkard, S.A	9
HR - 17	Híbrido	Seminal	18
HR - 15	Híbrido	Seminal	8
R - 93	Híbrido	Seminal	7
HR - 12	Híbrido	Seminal	2
Total Híbridos			1405
ICTA B-1	VPL	ICTA	117
PIONEER	VPL	Pioneer	130
Cristiani	VPL	Cristiani	2
Total VPL			249
Total semilla mejorada			1653
Guajaqueño	Criollo		35
Olote Rosado	Criollo		29
Tonalteco	Criollo		25
Blanco Bajío	Criollo		17
Petenero	Criollo		13
Olote Blanco	Criollo		10
Perla	Criollo		7
Macho	Criollo		7
Cuarenteño	Criollo		3
Juch	Criollo		1
Cola de Rata	Criollo		1
Sin Nombre	Criollo		53
Total criollos			200
Total semilla			1853

El índice de adopción usado en este análisis, se calculó dividiendo el área total con semilla mejorada (variedad, híbrido y la suma de ambas), entre el área total sembrada con maíz y luego se multiplicó por 100.

Los índices de adopción de los materiales mejorados de ICTA muestran que hay un bajo índice de adopción en variedades y un alto índice de adopción de híbridos. Es importante resaltar que el parcelamiento de Caballo Blanco posee un 99.98 por ciento de adopción de estos materiales; en cuanto a la diferencia de medias para variedades, las medias de los parcelamientos La Máquina y Nueva Concepción, se comportan estadísticamente diferentes, no así el resto de medias de los otros parcelamientos. Se reporta una diferencia del índice de adopción del parcelamiento Caballo Blanco con el resto de los parcelamientos, existiendo únicamente igualdad en el índice de El Rosario con los índices de La Máquina y Nueva Concepción.

Solamente los índice de adopción de La Máquina-Nueva Concepción son estadísticamente diferentes en el uso de materiales Cristiani. Es de resaltar el índice de adopción nulo que presentaron los parcelamientos de El Rosario y Caballo Blanco.

En cuanto a los índices de adopción de materiales producidos por la empresa SEMINAL, los resultados indican un bajo uso en los mismos (3 y 1%), existiendo estadísticamente índices iguales para los parcelamientos de La Máquina y Nueva Concepción, que son en los únicos donde se encontró presencia de estos materiales.

En el parcelamiento de El Rosario se tiene cero índice de adopción de variedades mejoradas, pero según las probabilidades todas las medias de adopción se comportan de igual manera. Para el caso de híbridos existen altos índices de adopción, siendo los índices de Caballo Blanco y La Máquina iguales estadísticamente.

Cuando el análisis se hiciera en forma global (variedades más híbridos), continúan siendo iguales los índices de adopción de Caballo Blanco y La Máquina, y es de hacer notar que se reporta un índice del 99.98 por ciento de adopción para el caso del parcelamiento de Caballo Blanco.

5. Conclusiones

1. La siembra principal de maíz de los cuatro parcelamientos en estudio, es la siembra de primera o de fuego; sobresaliendo el sistema de relevo con ajonjolí para los parcelamientos de El Rosario, Caballo Blanco y La Máquina, no así, para el parcelamiento la Nueva Concepción, donde predomina la siembra de maíz en monocultivo.
2. Se encontraron 33 diferentes clases de semilla de maíz utilizadas en los parcelamientos bajo estudio: 18 híbridos, 3 variedades mejoradas y 12 variedades criollas. Entre los híbridos el de mayor uso es el ICTA HB-83, entre las variedades la ICTA B-1 y entre las criollas la Guajaqueño.
3. Los parcelamientos de La Máquina y Nueva Concepción son los únicos parcelamientos (de los cuatro en estudio) donde se encontró presencia de material producido por empresas privadas, con una dominancia significativa de materiales de la empresa Cristiani Burkard, S.A. (principalmente el híbrido HS-5).

4. Es el parcelamiento de Caballo Blanco quien presentara los indices de adopción mayores (99.98%), predominando el uso del hibrido blanco de ICTA HB-83 (94.74%). En segundo lugar se encuentra el parcelamiento de La Máquina (90.48%), donde también predomina el uso del hibrido ICTA HB-83 (68.57%); seguidamente esta el parcelamiento de Nueva Concepción (78.70%) con predominio del hibrido HS-5 (39.81%) de la empresa semillerista Cristiani Burkard, S.A. Finalmente se tiene el parcelamiento de El Rosario (45.45%) donde solamente se tiene la presencia del hibrido ICTA HB-83.

5. A pesar que los indices de adopción de híbridos y general (híbridos + variedades) para el parcelamiento Caballo Blanco son mayores a los indices reportados por el parcelamiento de la Máquina, su comportamiento estadístico es igual a un nivel de significancia del 95 por ciento, no así el resto de parcelamientos.

ADOPCION DE LA VARIEDAD CENTA CUSCATLECO EN LA REGION OCCIDENTAL DE EL SALVADOR

*Abelardo Viana Ruano, Mario A. Contreras
y Carlos A. Pérez*

1. Introducción

La difusión de CENTA Cuscatleco (DOR-364) se inició en El Salvador a partir del año 1990, estableciéndose en ese año un total de 81 parcelas en fincas de productores con fines demostrativos. CENTA Cuscatleco también ha recibido mucha promoción a través de los concursos nacionales de "siembre y produzca más frijol"; y después de cuatro años de haberse iniciado su difusión se continúa promocionando a través del servicio de extensión del CENTA.

Con el propósito de conocer el proceso de difusión de la nueva variedad, se han realizado diferentes estudios socioeconómicos entre ellos un estudio de aceptabilidad efectuado en 1991, cuyos resultados revelaron que CENTA Cuscatleco se proyectaba como una variedad de amplia difusión en todo el país. En el año de 1992 se llevó a cabo otro estudio socioeconómico para conocer la presencia del CENTA Cuscatleco en los mercados del país, los resultados también fueron satisfactorios.

Una de las regiones donde se ha hecho mayor esfuerzo para que los agricultores utilicen la variedad, es el occidente del país, que además es donde se produce más frijol en El Salvador. Tomando en cuenta esta condición a principios de 1995 se efectuó el presente estudio, con el objetivo principal de conocer la tasa de adopción de CENTA Cuscatleco. Los resultados registran que 62 por ciento de los agricultores utilizan la variedad en 48 por ciento del área cultivada con frijol, registrándose un índice de adopción¹ regional de 56 por ciento, 68 por ciento para Ahuachapán, 42 por ciento para Santa Ana y 14.5 por ciento en Sonsonate.

1 El índice de adopción es una media armónica de proporciones expresada en porcentaje, lo cual indica la potencialidad que tiene una opción tecnológica para que sea adoptada por el universo de agricultores, para el cual fue generada.

Es importante señalar que antes de la liberación de CENTA Cuscatleco, en la región occidental de El Salvador predominaban las variedades criollas con rendimientos promedio entre 650 a 780 kg/ha. En condiciones adecuadas de clima, suelo y un manejo adecuado CENTA Cuscatleco supera a las variedades criollas hasta en un 60 por ciento.

Una eficiente transferencia ha contribuido a difundir la nueva variedad; pero su alta capacidad productiva, resistencia a Mosaico Dorado, costos de producción menores que otras variedades, entre otros aspectos han contribuido sustancialmente a su difusión.

1.1 Objetivos del estudio

El objetivo general del estudio es el de conocer la tasa de adopción de tecnología varietal que se ha difundido a los productores, e identificar los principales factores que las determinan. Específicamente el estudio trata de: (1) Identificar localidades y grupos de productores donde se ha difundido la variedad CENTA Cuscatleco; (2) Identificar tasas de adopción y difusión de la variedad CENTA Cuscatleco; (3) Conocer los principales factores económicos, agronómicos e institucionales asociados a la adopción de CENTA Cuscatleco; y (4) Determinar preliminarmente los beneficios económicos que percibe el productor por el uso de CENTA Cuscatleco.

1.2 Fuente de datos y análisis

La información necesaria se colectó mediante la aplicación de encuesta a una muestra de 149 productores de frijol, localizados en la región occidental de El Salvador, que comprende los departamentos de Santa Ana, Ahuachapán y Sonsonate. El marco muestral estuvo constituido por los agricultores que reciben asistencia técnica por parte de CENTA en esa región.

La selección de la muestra se hizo con base en la importancia del cultivo en cada una de las localidades estudiadas, de esa manera proporcionalmente se hizo selección completamente al azar de 76 agricultores en Ahuachapán, 37 en Santa Ana y 36 en Sonsonate, para ello se tomó como base un listado que previamente fue preparado por los técnicos extensionistas, quienes también tuvieron la responsabilidad de efectuar la encuesta en sus respectivas zonas de trabajo (Tabla 1).

Los datos obtenidos se ingresaron a una hoja electrónica, y posteriormente fueron importados al paquete SPSS con el cual se efectuó en primera instancia un análisis descriptivo, y posteriormente se definió una ecuación logística de adopción.

Tabla 1. Distribución de la muestra de agricultores entrevistados en la región occidental de El Salvador, 1994.

Departamento	Productores	
	Número	Porcentaje
Ahuachapán	76	51
Santa Ana	37	25
Sonsonate	36	24
Región	149	100

2. Descripción del Area de Estudio

El Salvador está dividido en cuatro regiones: Occidental, Central, Paracentral y Oriental. A la región Occidental se le conoce como Región I, a la Central como Región II, a la Paracentral como región III, y a la Oriental como región IV. El Centro de Tecnología Agropecuaria y Forestal -CENTA- administra a la región I a través del Centro de Desarrollo Tecnológico de Izalco (CDT Izalco), a la Región II a través del CDT de San Andrés, a la Región III con el CDT de Santa Cruz Porrillo y la Región IV con el CDT de Morazán.

La Región Occidental o Región I la integran tres departamentos: Ahuachapán, Santa Ana y Sonsonate, con una extensión de 4488.6 kilómetros cuadrados, donde habitan 1.12 millones de habitantes, aproximadamente 21% de la población total del país.

La región Occidental limita al Sur por el Océano Pacífico con unos 60 km de zona costera, al Occidente con la frontera de Guatemala, al Norte con Honduras y al Este con los departamentos de La Libertad y Chalatenango.

La precipitación en la región es muy variable, lo cual se debe a las diferencias en altitud que van desde 0 msnm hasta 2000. Algunas sub-regiones han registrado precipitaciones promedio anuales de 1191 mm y otras de 2582 mm/año, concentrándose las lluvias entre los meses de junio y octubre. La temperatura va desde un mínimo de 7.1 C° hasta una máxima de 36.1 C°, las temperaturas mínimas se alcanzan a alturas de 1800 msnm, y las máximas en las zonas costeras.

En las zonas costeras los suelos en su mayoría son Regosoles, aluviales y Latosoles arcillo rojizos. En el departamento de Santa Ana el suelo más abundante es el Latosol arcillo rojizo, también existen suelos Latosoles en menor presencia, Alfisoles y Andosoles con fase pedregosa superficial, de ondulada a montañosa y accidentada. En Ahuachapán predominan los suelos Latosoles arcillo rojizos, Andosoles y Litosoles de fase ondulada y montañosa accidentada. Sonsonate presenta mayormente suelos Litosoles y Regosoles, con menos importancia existen los Latosoles arcillo rojizos, y en tercer lugar Litosoles y Alfisoles de cenizas volcánicas profundas de superficie ondulada y alomada.

Los principales cultivos son los granos básicos que cubren casi el 15 por ciento de la región, el café ocupa una superficie similar, y la caña es otro cultivo de mucha importancia. La producción de granos básicos en la región se realiza mayoritariamente en tierras de ladera, por lo menos 44 por ciento de los agricultores cultiva en estas condiciones, 38 por ciento cultiva en terrenos ondulados y el resto en tierras planas. El cultivo se encuentra a alturas mínimas de 390 msnm y máximas de 1378, la altura promedio registrada es de 643 msnm.

En la región se cultivan unas 26,000 ha con frijol; de las cuales 85.4 por ciento (22 447 ha) es de siembras en segunda, la cual se hace entre agosto y septiembre, para cosechar entre noviembre y diciembre, 14.1 lo siembra en primera entre mayo y junio para cosechar entre agosto y septiembre, la tercera cosecha de frijol es muy insignificante y se hace en terrenos bajo riego o humedad residual (Tabla 2).

Hasta antes de 1990 prevalecían las variedades criollas, la sustitución por variedades mejoradas ha venido ganando terreno cada año y las variedades criollas de poca resistencia a enfermedades y de bajo rendimiento van siendo desplazadas.

Toda la región está conectada por una red de carreteras asfaltadas que comunican a la mayoría de municipios, lo que facilita el acceso y movilidad dentro del área, infraestructura básica para el desarrollo económico.

Tabla 2. Superficie cultivada, producción y rendimiento de frijol en la región occidental de El Salvador, 1994.

	Superficie (ha)	Producción (tm)	Rendimiento (kg/ha)
1a cosecha	3706	3132	845
2a cosecha	22447	20136	897
3a cosecha	140	127	909
Total	26293	23395	890

3. Adopción de CENTA Cuscatleco

3.1 El modelo empírico

3.1.1 Variable dependiente

Adopción: Los agricultores para tomar la decisión de adoptar o no adoptar una nueva variedad, toman en consideración una serie de factores, los cuales se trató de identificar en el presente estudio.

Los resultados permitieron considerar dos categorías, los que adoptan parcial o totalmente la variedad y los que no adoptan. En la primera categoría se tiene al 62 por ciento de los productores, y en la segunda 38 por ciento.

3.1.2 Variables dependientes

Características de la finca

Sistema: Variable binaria, que toma el valor de 1 cuando el frijol se siembra en relevo o monocultivo y 0 cuando el sistema utilizado es otro.

La principal época para cultivar frijol en la región occidental de El Salvador, es en siembras de segunda y se hace la siembra en relevo de maíz, en monocultivo u otro sistema. Se espera una mayor probabilidad de adopción en aquellos productores que siembran en relevo o monocultivo, ya que la decisión de utilizar nuevas variedades está en función de mayor productividad y adaptación a los sistemas de producción.

Altura: Variable cuantitativa medida en metros sobre el nivel del mar. En la región de estudio los lotes de producción de frijol se encuentran en un rango de 390 a 1378 msnm, y una media de 643. Se espera que la probabilidad de adoptar la variedad CENTA Cuscatleco sea más alta entre los agricultores que cultivan frijol en lotes a mayor altura (hasta cierto límite).

Topografía: Variable binaria, donde 1 es igual a terrenos calificados por el agricultor como planos y 0 clasificados como ladera. Tomando en cuenta que la producción de maíz se da en terrenos planos, y el frijol es cultivado en su gran mayoría en relevo de éste, se espera que en estas condiciones de suelo se observe una mayor probabilidad de adopción de la nueva variedad en terrenos con estas condiciones.

Distancia: Es una variable cuantitativa, medida en km que distan de la parcela del agricultor al poblado más cercano, donde este puede adquirir insumos y vender su producción. La respuesta esperada es que a mayor distancia, la probabilidad de adopción de la nueva variedad se reduce.

Tenencia: La tenencia de tierra analizada como una variable binaria, donde 1 representa la categoría de propietario y 0 otra modalidad, es un factor que influye significativamente en la adopción de nueva tecnología, en este caso variedad. Se espera una respuesta positiva entre tierra en propiedad y probabilidad de adopción.

Área de la finca: Es una variable medida en ha. En la muestra estudiada la mayor frecuencia se observa con productores que son poseedores de fincas pequeñas; se espera que aquellos productores que tienen más tierra disponible presentarán una probabilidad de adopción más alta.

Proporción de área con frijol: Porcentaje del área de la finca dedicada al cultivo de frijol. Es una variable que guarda estrecha relación con el objetivo de producción del agricultor (producción para el mercado o para autoconsumo). En este sentido se espera una respuesta positiva entre la probabilidad de adopción y proporción de área de la finca dedicada a la siembra de frijol.

Crédito: Variable binaria que toma el valor de 1 cuando el agricultor utiliza crédito y 0 si no lo usa. Según resultados del estudio el uso de crédito no es usual entre los productores de frijol, sin embargo la literatura lo reporta como un factor decisivo en la toma de decisión, de tal manera que se espera una relación positiva entre el uso de crédito y la probabilidad de adopción.

Características del agricultor

Edad del productor: La edad medida en años se considera un factor de importancia en la toma de decisión del agricultor para adoptar nueva tecnología, y se espera que agricultores más jóvenes sean más receptivos y estén más interesados en hacer innovaciones, por lo tanto la probabilidad de adopción será más alta con este grupo de productores.

3.2 Resultados

La adopción de la variedad CENTA Cuscatleco en la región occidental del El Salvador en cuatro años tuvo un incremento acelerado, los agricultores que utilizaban la variedad en siembras de postrera pasaron de 13 por ciento en 1990 a 62 por ciento en 1994 (Figura 1 a). Esta adopción ha sido diferente entre departamentos (Figura 1, b, c, y d), observándose una tasa mayor en Ahuachapán (73%), intermedia en Santa Ana (51%), y baja en Sonsonate (11%). Este comportamiento diferente de la adopción entre departamentos puede atribuirse a la importancia que tiene el cultivo en cada una de estas localidades (Tabla 3).

La alta adopción de la variedad, obedece a que es un material superior en rendimiento a otras variedades de uso tradicional, factor que se registra como primera ventaja de la variedad en Sonsonate y como segunda ventaja en Ahuachapán y Santa Ana; pero la característica más importante es su alto nivel de tolerancia al virus del Mosaico Dorado, aspecto considerado como la principal ventaja en opinión de los productores que siembran la variedad en la región (Tabla 4).

Tabla 3. Evolución en por ciento de productores que siembran CENTA Cuscatleco en la región occidental de El Salvador.

Año	Departamentos			Región
	Ahuachapán	Santa Ana	Sonsonate	
1990	33	0	0	13
1991	54	9	0	26
1992	62	30	7	42
1993	63	32	10	44
1994	73	51	11	62

Con respecto a el área sembrada con la variedad CENTA Cuscatleco en siembras de segunda en 1994, se cultivó en el 48 por ciento del área total con frijol en la región, equivalente a 10 774 ha. Como se puede observar, aun cuando la adopción de la nueva variedad se ha dado en forma acelerada, todavía es importante el área que se siembra con otras variedades, aunque es preciso anotar que dentro de este grupo se encuentran también variedades mejoradas entre ellas, DOR 482 un nuevo material que está teniendo mucha aceptación en la región, por su buena adaptación, tolerancia al virus de Mosaico Dorado, y por mostrar un color más comercial que CENTA Cuscatleco. En Ahuachapán un 20 por ciento de los agricultores ya la utilizan, 32 por ciento en Santa Ana y 33 por ciento en Sonsonate; en la región 26 por ciento de agricultores ya utilizan esta variedad (Tabla 4).

Tabla 4. Ventajas observadas a CENTA Cuscatleco en la región occidental de El Salvador, 1994. (por ciento de productores).

Ventajas	Ahuachapán		Sta Ana		Sonsonate		Región	
	Pv	Sv	Pv	Sv	Pv	Sv	Pv	Sv
Alto rendimiento	32	63	38	48	67	33	39	55
R. Rabia	65	29	62	29	27	27	59	29
R. Requemo	1	2	-	5	-	7	1	3
Mercado	-	-	-	-	-	7	-	1
Peso	-	2	-	5	-	2	-	2
Consumo	-	-	-	5	-	-	-	3
Otro	2	6	-	13	-	6	10	7

Pv= Primera ventaja Sv= Segunda ventaja

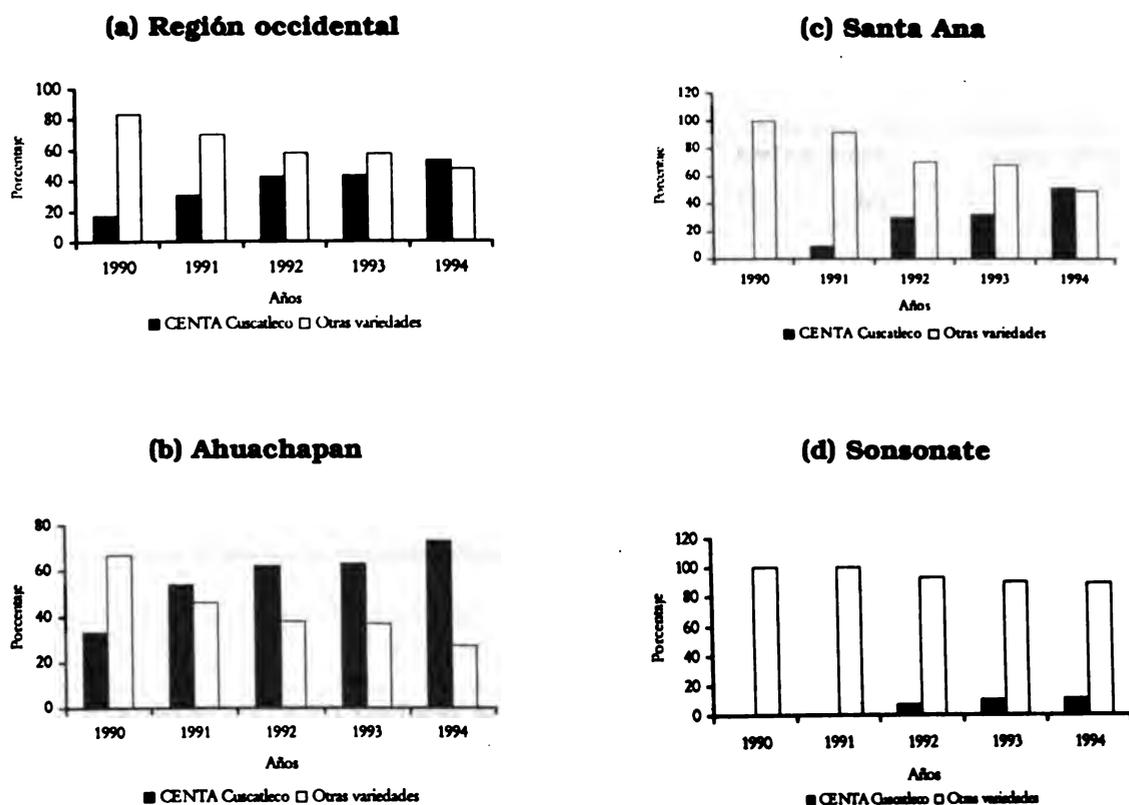


Figura 1. Difusión de la variedad CENTA Cuscatleco en diferentes regiones de El Salvador. 1996

Se ha identificado dos factores que limitan una adopción más acelerada de la variedad CENTA Cuscatleco, estos son un ciclo más largo que las variedades tradicionales y cierto rechazo que se observa entre los comerciantes y consumidores (mayor en el caso de los primeros), debido a que CENTA Cuscatleco es un material con testa de color oscuro, lo cual lo hace acreedor a ser castigado en el precio, cuestión que a muchos productores no les preocupa, ya que la ganancia en rendimiento compensa esta desventaja. Aunado a los factores negativos discutidos anteriormente está también la falta de semilla, lo cual inhibe la adopción, debido a que los productores interesados no encuentran semilla de calidad reconocida, y tienen que obtener semilla de otros productores lo cual no garantiza su calidad (Tablas 6 y 7).

Tabla 5. Utilización de la línea DOR 482 en segunda de 1994. Región occidental de El Salvador.

Departamento	Agricultores (%)
Ahuachapán	20
Santa Ana	32
Sonsonate	33
Región	26

Tabla 6. Desventajas del CENTA Cuscatleco percibidas por los agricultores de la región occidental de El Salvador, 1994. (por ciento de productores).

Desventajas	Ahuachapán		Sta Ana		Sonsonate		Región	
	Pd	Sd	Pd	Sd	Pd	Sd	Pd	Sd
Bajo rendimiento.	2	-	4	-	-	-	4	-
S. requeno	3	5	11	19	20	14	11	10
S. Rabia	13	7	9	-	-	-	9	4
Mercado	-	-	-	-	-	7	-	1
Tardío	26	17	25	19	53	14	25	17
Peso	8	17	5	14	-	-	5	14
Consumo	32	29	31	33	20	29	31	30
Otros	14	25	15	14	7	35	13	23

Pd = Primera desventaja Sd = Segunda desventaja

Tabla 7. Razones de los productores para no sembrar CENTA Cuscatleco en la región occidental de El Salvador, 1994 (en porcentaje).

Razones	Departamentos			Región
	Ahuachapán	Santa Ana	Sonsonate	
Falta semilla	29	17	17	20
Semilla cara	7	-	-	2
Tardío	-	22	4	10
No mercado	29	22	54	36
Precio bajo	14	35	17	23
Mal color	-	-	4	2
Otro	8	-	4	8

A su vez los Tablas 8 y 9 resumen las características más importantes de las variables incluidas y en la muestra.

Con la información recolectada se formuló y desarrolló un modelo de regresión logística cuyos coeficientes indican como cada factor incluido en el modelo afecta a la probabilidad de la adopción según una distribución acumulativa logística. Los resultados se anotan en el Tabla 10, donde se observa que el modelo ajusta bien, de acuerdo con las distintas pruebas estadísticas propuestas en la literatura, seis de las variables incluidas muestran los signos esperados y son estadísticamente significativas.

Tabla 8. Variables independientes cuantitativas, efectos esperados y estadísticas descriptivas.

Variable	Efecto esperado	Estadísticas descriptivas en la muestra			
		Media	Des Est	Min	Máx
ALTURA. Altura del lote con frijol (msnm)	+	6.4	1.8	3.9	13.8
DISTANCIA. Distancia al poblado más cercano	-	7.6	5.9	0.5	29.5
PROVENTA. Proporción de grano a la venta	+	11.1	12.0	0.0	70.0
EDAD. Edad del productor en años	-	49.1	11.9	25.0	82.0
AREAFINCA. Area de la finca en ha	-	3.4	4.1	0.3	33.0
PROPFRIJOL. Proporción de la finca a frijol	-	0.5	0.3	0.0	1.0

Tabla 9. Variables independientes cualitativas, efecto esperado y estadísticas descriptivas.

Variable	Efecto esperado	Proporción en la muestra
Topografía. Toma el valor de 1 si el frijol se siembra en plan	+	0.20
Tenencia. Toma el valor de 1 si el agricultor posee parte de la finca en propiedad+	0.43	
Credito. Toma el valor de 1 si el agricultor usa crédito	+	0.30
Sistema. Toma el valor de 1 si el frijol se siembra en relevo o monocultivo	-	0.75

Tabla 10. Función logística de adopción de CENTA Cuscatleco en la región occidental de El Salvador. Segunda cosecha de 1994.

Variables	Coefficiente	Error Estándar	Wald estadístico	Significancia
Constante	-0.306	1.444	0.045	0.832
Altitud	0.182	0.127	2.049	0.152
Sistema-	0.662	0.514	1.658	0.198
Topografía	0.239	0.609	0.154	0.695
Tenencia	1.050	0.493	4.537	0.033
Distancia	0.014	0.035	0.158	0.691
Proventa	0.094	0.029	9.952	0.002
Crédito	-0.388	0.449	0.744	0.388
Edad	-0.010	0.018	0.332	0.564
Propfrijol	-1.224	0.868	1.987	0.159
Areafinca	-0.167	0.082	4.169	0.041

Casos: 149

Función de "Log of likelihood": 165.52

Estadística de Chi-cuadrado para significancia de la ecuación: 25.35

Grados de libertad para la estadística de Chi-cuadrado: 10

Significancia para la estadística de Chi-cuadrado: 0.00

Porcentaje predicho correctamente: 69.2

Según los resultados estadísticos, los productores que poseen lotes con frijol a mayor altura sobre el nivel del mar, observan una probabilidad más alta de adopción; la causa principal puede ser que aún no existen variedades disponibles para altas temperaturas, y CENTA Cuscatleco se adapta mejor a alturas mayores a los 300 msnm.

Los agricultores que siembran en sistemas mixtos tienen menos probabilidad de adopción que aquellos que siembran en sistemas de relevo o monocultivo; causa más importante que explica esta respuesta puede ser que, para los agricultores que siembran en relevo o monocultivo, la productividad de la parcela desempeña un papel preponderante en la decisión de que variedad utilizar.

Si el agricultor no tiene tierra propia, la probabilidad de usar semilla mejorada se reduce enormemente; siendo en este sentido la propiedad de la tierra un indicador de riqueza e ingreso que a su vez, está muy relacionada con la posibilidad de adquirir más y mejores insumos agrícolas.

A medida que aumenta el tamaño de finca o la proporción del área dedicada al cultivo de frijol, la probabilidad de adoptar la nueva variedad se reduce, observándose en estas dos variables relaciones negativas con la adopción. Una causa posible de esta situación es que los productores de frijol en esta región son pequeños propietarios, y no tienen suficiente tierra disponible para el cultivo.

Por otro lado, agricultores cuyo objetivo principal es producir frijol para la venta, muestran una probabilidad de adopción más alta que los agricultores cuyo objetivo es para autoconsumo; una causa explicatoria puede ser que estos productores tienen más propensión a invertir, ya que su propósito es maximizar ingresos netos.

Factores como topografía del terreno donde se cultiva frijol, distancia de la vivienda al poblado más cercano, crédito para el cultivo y edad del productor, en este caso son factores que estadísticamente no inciden en la toma de decisión de los agricultores para adoptar o no la nueva variedad.

3.2.1 Impacto en la productividad y producción

Los rendimientos promedio obtenidos en la región en los últimos cuatro años, en lotes comerciales y sin hacer distinción de variedades se anotan en el Tabla 11, donde se puede ver que el promedio para el departamento de Ahuachapán es de 871 kg/ha, 858 kg/ha en el departamento de Santa Ana y 923 kg/ha en Sonsonate, siendo el promedio regional de 884 kg/ha.

Tabla 11. Rendimientos promedio, a través de los años en siembras comerciales en la región occidental de El Salvador, 1994. (kg/ha).

Año	Departamentos			Región
	Ahuachapán	Santa Ana	Sonsonate	
1994	1040	910	1105	1018
1993	910	650	910	823
1992	715	715	910	780
1991	1040	1105	845	997
1990	650	910	845	802
Media	871	858	923	884

Al observar los datos de rendimiento obtenidos en lotes comerciales que fueron sembrados con CENTA Cuscatleco, los cuales se anotan en el Tabla 12, se aprecia que en siembras de postrera en 1994, los rendimientos promedio en lotes localizados en el departamento de Ahuachapán fueron de 1170 kg/ha, 1235 kg/ha en Santa Ana y 1365 kg/ha en Sonsonate. El promedio regional fue de 1256 kg/ha, o sea 441 kg/ha más que el promedio regional con otras variedades. Si esta ganancia se multiplica por las 10 774 ha sembradas en la región con CENTA Cuscatleco, se tiene una producción adicional de 4 428 t y en dinero esto se traduce en US \$ 2 045 788 (el precio por quintal en enero de 1995 era de más o menos US \$ 21 por 46 kg), lo cual se constituye en importantes ganancias para los productores, quienes califican al cultivo de frijol como el más importante para sus ingresos, superando en este sentido al maíz (Tabla 13).

Tabla 12. Rendimientos obtenidos en lotes comerciales, con CENTA Cuscatleco y otras variedades utilizadas como variedad principal en la región occidental de El Salvador. Segunda de 1994 (kg/ha).

Variedad	Departamentos			Región
	Sonsonate	Ahuachapán	Santa Ana	
CENTA Cuscatleco	1365	1170	1235	1256
Rojo de seda	715	780	975	823
Sangre toro	975	975	390	780
DOR 482	1235	780	780	932

Tabla 13. Cultivo que reporta más ingreso en la finca, en opinión de los productores, en la región occidental de El Salvador, 1994.

Cultivo	Primer lugar		Segundo lugar	
	Agricultores	Porcentaje	Agricultores	Porcentaje
Maíz	53	36	74	50
Frijol	59	40	56	37
Arroz	5	3	2	1
Café	7	5	1	1
Cítricos	1	1	-	-
Sorgo	8	6	11	7
Caña	2	1	-	-
Musáceas	-	-	1	1
Hortalizas	4	3	1	1
Otros	9	6	2	1
Sin respuesta	1	2	1	1
Total	149	100	149	100

Una de las ventajas que observan los agricultores a la variedad CENTA Cuscatleco es su mejor potencial de rendimiento al compararla con otras variedades de uso común y tradicional en la región, entre ellas Rojo de Seda, Sangre de Toro e incluso superó a la línea DOR 482 una variedad próxima a liberarse en El Salvador.

Aun cuando la variedad CENTA Cuscatleco no se siembra en la totalidad del área cultivada con frijol en la región, ni todos los productores la utilizan, se registra un alto porcentaje en el conocimiento de la misma. En Ahuachapán 96 por ciento de los agricultores la conocen, 88 por ciento en Santa Ana y en Sonsonate donde la tasa de adopción es menor, 86 por ciento de los agricultores sí conocen la nueva variedad. A nivel de región estos porcentajes son 90 por ciento para los agricultores que la conocen y sólo 10 por ciento no tiene conocimiento de ella (Tabla 14).

Tabla 14. Conocimiento de CENTA Cuscatleco en la región occidental de El Salvador, 1994.

Departamento	Sí	No
Ahuachapán	96	4
Santa Ana	88	12
Sonsonate	86	14
Región	90	10

3.2.2 Aceptación de CENTA Cuscatleco para consumo

A los agricultores entrevistados también se les preguntó, sobre su opinión al respecto de las características de CENTA Cuscatleco para el consumo, las respuestas se anotan en el Tabla 15, y se puede apreciar la calificación recibida en seis aspectos culinarios de la variedad.

Tabla 15. Evaluación CENTA Cuscatleco en características para consumo en la región occidental de El Salvador, 1994.

Características	Ahuachapán			Santa Ana			Sonsonate			Región		
	P	I	M	P	I	M	P	I	M	P	I	M
Tiempo cocción	40	58	2	39	39	22	27	53	20	37	52	9
Color caldo	43	40	17	35	52	13	13	33	54	37	42	21
Sabor	43	42	15	39	44	17	27	48	27	40	43	17
Tipo caldo	49	26	25	39	48	13	-	40	60	39	33	27
Dureza	38	45	17	35	56	9	20	53	27	35	48	17
Descomposición	13	61	26	9	83	9	13	67	20	12	67	21

P = Peor; I = Igual; M = Mejor

En cuanto al tiempo de cocción prevalece la opinión de que CENTA Cuscatleco es igual que otras variedades de consumo tradicional, esto se registró en Ahuachapán, Santa Ana y Sonsonate, siendo 52 por ciento de los agricultores entrevistados en la región quienes la calificaron de esta manera, 37 por ciento que es más tardía para cocinarse y 9 por ciento que es mejor.

La característica color de caldo fue calificada como igual en Ahuachapán, aunque hubo un 43 por ciento de agricultores que opinaron que otras variedades son mejores en este aspecto. En Santa Ana se calificó a CENTA Cuscatleco como igual y como mejor en Sonsonate. Regionalmente se califica como igual por 42 por ciento de productores, como peor que otras variedades por 37 por ciento y como mejor por 21 por ciento.

En sabor de grano la opinión regional es compartida entre igual o peor que otras variedades, y fueron los agricultores de Ahuachapán y Santa Ana quienes registraron más esta calificación, en Sonsonate prevalece la evaluación de igual que otras variedades.

El tipo de caldo (densidad) CENTA Cuscatleco fue evaluado por 49 por ciento como peor y 26 por ciento como igual en Ahuachapán. Los Agricultores de Santa Ana lo calificaron entre igual y peor a otras variedades y en Sonsonate la opinión fue de igual. En la región fue evaluada esta característica en peor e igual, y sólo 27 por ciento manifestaron que es mejor.

La dureza del grano después de cocinado se evaluó entre igual y peor en Ahuachapán, igual en Santa Ana y Sonsonate. En la región la opinión más frecuente es que CENTA Cuscatleco es igual a otras variedades en esta característica, pero también 35 por ciento indicó que es peor, y 17 por ciento que es mejor.

En cuanto a la propensión a descomponerse después de cocinado, la evaluación registra que CENTA Cuscatleco es igual a las variedades que se consumen usualmente.

Es importante hacer notar que la opinión de los agricultores de Ahuachapán y Santa Ana, indican que CENTA Cuscatleco para el consumo es ubicado entre igual y peor que otras variedades, sin embargo los datos respecto a la adopción de esta variedad muestran los mayores índices entre los agricultores de estas localidades, lo cual confirma que las principales ventajas o factores de adopción de la nueva variedad son rendimiento y tolerancia al virus del Mosaico Dorado, y no tanto sus características para consumo.

3.2.3 Algunas prácticas agronómicas

El presente estudio fue realizado en la época principal para sembrar frijol en la región occidental de El Salvador, o sea la que se practica entre septiembre y noviembre. Los lotes dedicados al cultivo en el primer semestre son cultivados en su mayoría con maíz, tal como lo registra el 68 por ciento de los entrevistados en Ahuachapán, 74 por ciento en Santa Ana y 92 por ciento en Sonsonate, de manera que 77 por ciento los productores de la región siembran maíz en el primer semestre del año, y frijol como relevo de maíz en el segundo semestre. Sólo 13 por ciento siembra frijol en primera y vuelve a sembrarlo en una segunda época (Tabla 16).

Dos son las prácticas usuales que realizan los productores para preparar el terreno donde siembran frijol, 56 por ciento quema con herbicida y 27 por ciento hace una chapa manual, lo cual indica que el cultivo se realiza con mínima labranza (Tabla 17).

Como se anotó anteriormente el sistema modal de siembra es frijol relevo de maíz, siendo un mínimo de productores los que siembran frijol relevo de frijol, y los sistemas mixtos en siembras de segunda son casi inexistentes. 87 por ciento registra utilizar el "chuzo" para hacer la siembra y 13 por ciento lo hace en posturas.

Tabla 16. Cultivos sembrados en primer semestre en la región occidental de El Salvador, 1994 (% de productores).

Cultivo	Departamentos			Región
	Santa Ana	Ahuachapán	Sonsonate	
Frijol	22	12	6	13
Maíz	68	74	92	77
Arroz	3	-	-	1
Musáceas	-	1	-	1
Descanso	-	11	-	5
Otros	3	1	-	1
Sin datos	5	1	3	3
Total	100	100	100	100

Las plagas constituyen una limitante biótica que afecta al cultivo de frijol en esta región, siendo las de mayor presencia el Picudo de la Vaina y los crisomélidos, para prevenir o controlar el ataque los agricultores utilizan una variedad de productos químicos, siendo los más aplicados el Marshal, Counter, Semevin y Gaucho. 29 por ciento de los agricultores que cultivan frijol no hacen control de plagas (Tabla 18).

Tabla 17. Forma usual de preparación del suelo en lotes con frijol, en segunda de 1994, en la región occidental de El Salvador.

Tipo de preparación	Productores	Porcentaje
Chapia	40	27
Chapia-quema con fuego	2	1
Quema con herbicida	83	56
Chapia-quema(fuego)-arado(bueyes)	5	3
Herbicida-arada con bueyes	2	1
Chapia-rastra-arado(bueyes)	1	1
Otros	15	10
Sin información	1	1
Total	149	100

Tabla 18. Forma usual para el control de plagas en el cultivo de frijol en la región occidental de El Salvador, 1994.

Forma de control	Productores	Porcentaje
No controla	43	29
Gaucho	11	7
Counter	19	13
Curater	3	2
Marshal	43	29
Semevin	8	9
Furadán	6	4
Folidol	3	2
Otro	13	9
Total	149	100

3.2.4 Características de los lotes de producción

El área dedicada a granos básicos en el departamento de Ahuachapán es de un tamaño que oscila entre 0.35 a 23.1 ha con una media de 2.7, en Santa Ana este tamaño va de un mínimo de 0.42 a 12.6 ha, con media de 2.24 ha y en Sonsonate la extensión va de 0.21 a 12 ha con tamaño promedio de 2 ha, a nivel de región el tamaño mínimo es de 0.21 a 23.1 ha, con media de 2.38 ha (Tabla 19).

Tabla 19. Área cultivada con granos básicos en la región occidental de El Salvador, 1994 (ha).

Departamento	Media	Mínima	Máxima	Desv. Est.
Ahuachapán	2.7	0.4	23.1	2.8
Santa Ana	2.2	0.4	12.6	2.1
Sonsonate	2.0	0.2	11.9	2.8
Región	2.4	0.2	23.1	2.9

Es común en los tres departamentos estudiados que los agricultores cultiven más de una parcela con frijol, datos del estudio registran que el cien por ciento tiene una parcela y el 67 por ciento tiene dos o más parcelas con frijol. Es costumbre que la parcela principal sea sembrada con una nueva variedad cuyo producto es destinado al mercado, mientras que la segunda parcela es cultivada con una variedad tradicional que es destinada al consumo familiar.

La producción de frijol en la región occidental de El Salvador, puede decirse que es atomizada ya que el tamaño de parcela con mayor frecuencia se concentra entre 0.07 a 1.05 ha, observándose en Sonsonate la producción en lotes más pequeños (0.07 a 0.35 ha), mientras en Ahuachapán y Santa Ana la mayor frecuencia se encuentra en un rango de 0.07 a 1.05 ha (Tabla 20).

Tabla 20. Tamaño de parcela principal sembrada con frijol en la región occidental de El Salvador. Siembras de segunda, 1994 (ha).

Tamaño de parcela	Departamentos			Región
	Ahuachapán %	Santa Ana %	Sonsonate %	%
0.07 - 0.35	32	31	54	37
0.35 - 0.7	32	35	34	34
0.7 - 1.05	24	16	3	15
1.05 - 1.4	5	12	9	10
1.4 - 1.75	5	4	-	3
2.45 - 2.8	-	1	-	1
3.15 - 3.5	-	1	-	1
Total	100	100	100	100

La accesibilidad que tienen los agricultores a poblaciones importantes es buena (80 por ciento de los productores viven entre 1 y 10 km de distancia de poblados importantes), donde se puede comprar insumos y vender el producto (Tabla 21).

En cuanto a la tenencia de tierra la modalidad que prevalece es la propiedad, más que todo en Santa Ana y Ahuachapán, la tierra en arrendamiento ocupa un segundo lugar, observándose un porcentaje alto de esta modalidad en Santa Ana y Sonsonate, y mucho menos en Ahuachapán (Tabla 22).

Tabla 21. Distancia de la parcela principal con frijol, a la población más cercana, en la región occidental de El Salvador, 1994.

Distancia (km.)	Productores	Porcentaje
1-4.9	75	50
5-9.9	45	30
10-14.9	16	11
15-19.9	7	5
Más de 20	6	4
Total	149	100

Tabla 22. Forma de tenencia de la tierra donde siembran frijol en la región occidental de El Salvador, 1994.

Categoría	Región		
	Santa Ana	Ahuachapán	Sonsonate
Propietario	40	51	28
Arrenda	39	14	31
FINATA	3	12	22
ISTA	8	18	11
Prestada	-	1	-
Otra	10	4	8

En Ahuachapán el 65 por ciento de lotes cultivados con frijol son considerados como ladera, 32 por ciento en Santa Ana y 47 por ciento en Sonsonate, un porcentaje menor son terrenos ondulados. El frijol en suelos planos se observa en Santa Ana y Sonsonate y un mínimo porcentaje en Ahuachapán. Regionalmente 44 por ciento de lotes con frijol son terrenos en ladera, 37 por ciento ondulados y 19 por ciento terrenos (Tabla 23).

Tabla 23. Topografía de lotes sembrados con frijol en la región occidental de El Salvador, 1994.

Departamento	Plano	Ondulado	Ladera
Ahuachapán	8	27	65
Santa Ana	22	46	32
Sonsonate	25	28	47
CDT Izalco	19	37	44

Existe en la región una diversidad de variedades que son utilizadas por los agricultores, tal como se puede ver en el Tabla 24, siendo como ya se anotó anteriormente la variedad principal CENTA Cuscatleco, en segundo término en cuanto a número de productores la línea DOR 482, y entre las variedades comerciales de tradición están Rojo de Seda, Cuarenteño Negro (frontera con Guatemala) y Sangre de Toro.

3.2.5 Servicios

La población considerada para realizar el presente estudio estuvo constituida por agricultores que reciben asistencia técnica por parte del servicio de extensión agrícola del CENTA, grupo usualmente no hace uso del crédito en esta región, según lo indicó el 70 por ciento de los agricultores entrevistados, 30 por ciento sí hace uso de este servicio obteniendo el financiamiento, principalmente de bancos, de particulares y organismos no gubernamentales (Tabla 25).

Tabla 24. Variedades de frijol sembrada en la parcela principal, región occidental de El Salvador, 1994.

Variedad	Productores	Porcentaje
CENTA Cuscatleco	76	51.0
DOR-482	16	10.7
Rojo de Seda	14	9.4
Cuarenteño Negro	8	5.4
Sangre de Toro	6	4.0
Rojo Lila	4	2.7
Cuarenteño Rojo	3	2.0
Tineco 2	1.3	
Arbolito2	1.3	
Media Guía	2	1.3
Sedita 2	1.3	
Vaina Blanca	1	0.7
Juan Díaz	1	0.7
Chacalín	1	0.7
Segoviano	1	0.7
Selección 70	1	0.7
Otros 8	6.7	
Total 149	100	

Tabla 25. Uso de crédito para la producción de frijol en la región occidental de El Salvador, 1994.

Uso de crédito	Departamentos						Región	
	Santa Ana		Ahuachapán		Sonsonate		No	%
	No	%	No	%	No	%	No	%
No utilizó	30	81	53	71	21	58	104	70
Banco	7	19	14	19	8	22	29	20
Particular	-	-	1	1	6	17	7	5
ONG	-	-	5	7	1	3	6	4
Otros	-	-	2	3	-	-	2	1
Total	37	100	75	100	36	100	148	100

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

1. La variedad CENTA Cuscatleco ha contribuido a que en El Salvador se haya dado una producción adicional de frijol en los últimos años, lo cual ha representado también ingresos adicionales para los agricultores, y ahorro de divisas para el país debido a reducción de las importaciones de esta leguminosa.
2. El proceso acelerado de adopción observado con CENTA Cuscatleco, en opinión de los agricultores se debe a un mejor rendimiento y tolerancia al virus del Mosaico Dorado.
3. Factores como altitud donde se encuentran los lotes de producción, sistema de siembra, tenencia de tierra, proporción de grano a la venta y tamaño de finca, son los factores que estadísticamente se identifican como los más influyentes en la adopción de la nueva variedad por parte de los agricultores.
4. Se considera adecuado el porcentaje de agricultores que utilizan la nueva variedad, no así el área sembrada la cual puede incrementarse mejorando la promoción de CENTA Cuscatleco u otras variedades mejoradas.

4.2 Recomendaciones

1. Con el propósito de hacer la transferencia más eficaz, es recomendable tomar en consideración los factores identificados como decisivos en el proceso de adopción, por parte de los productores.
2. Continuar con el esfuerzo de promocionar la variedad CENTA Cuscatleco, ya que aún tiene un buen potencial de adopción y paralelamente impulsar a DOR 482, como una opción a corto plazo para el productor y el mercado.
3. Impulsar y estimular la producción artesanal de semilla, como un mecanismo para poner a disposición de los agricultores, semilla limpia y de reconocida calidad.
4. Continuar con el proyecto sobre estudios de adopción, considerando en una segunda etapa al universo de productores de frijol en la región.

Bibliografía

- Dirección General de Economía Agropecuaria. Anuario Estadístico Agropecuario. 1993-94. El Salvador.
- Dirección General de Estadística y Censos. Censo de población 1993. El Salvador.
- Dirección General de Recursos Naturales Renovables. Almanaque Salvadoreño 1993. El Salvador.
- Instituto Geográfico Nacional. Atlas de El Salvador.
- CENTA-CIAT, 1993. Adopción de variedades mejoradas de frijol en El Salvador (informe muestreo en los mercados).
- CENTA-CIAT, 1992. Aceptación preliminar de la variedad CENTA Cuscatleco en cuatro regiones de El Salvador.

ADOPCION DE LA VARIEDAD DORADO REGION CENTRO-ORIENTAL DE HONDURAS

*Abelardo Viana Ruano, Federico Rodríguez
y Danilo Escoto*

1. Introducción

El presente estudio de adopción corresponde a una serie de trabajos similares que se han realizado en algunos países miembros del PROFRIJOL, tal el caso de Guatemala, El Salvador, Nicaragua, etc. El objetivo principal de los mismos es contar con información suficiente, que muestre la tasa de utilización de las variedades mejoradas de reciente liberación, tal el caso de Dorado, material que fue oficializado en Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Este documento muestra los resultados más relevantes obtenidos en la investigación.

1.1 Antecedentes

El frijol se cultiva en todas las regiones agrícolas de Honduras. La región Centro Oriental es la más importante aportando el 31 % de la producción nacional; le sigue la región Nororiental con 27 %, la región occidental con 13 %, la región Norte 12 %, la región Centro-Occidental con 11 %, región Sur 5 % y el Litoral Atlántico con 2 % (Gamero y Viana 1993).

A nivel nacional en promedio se siembran 114 000 ha que producen unas 83 000 t, con un rendimiento promedio de 732 kg/ha, oscilando en un rango de 812 a 1950 kg/ha, esto dependiendo del nivel tecnológico utilizado. En los últimos años la tendencia del área sembrada y la producción a nivel de país, ha observado un comportamiento ascendente. El consumo per cápita a nivel nacional se encuentra en un rango de 9 a 21 kg/año, variando según el estrato social al que pertenece el consumidor.

La variedad Dorado (Dor 364) que fue liberada oficialmente en el año 1991, es un material de color rojo oscuro, con floración a los 38 días después de siembra y alcanza la madurez fisiológica entre los 73 y los 77 días. Tiene hábito de crecimiento tipo II, presenta resistencia al virus del mosaico común y resistencia intermedia al mosaico dorado, a bacteriosis, antracnosis, roya y mancha angular. En condiciones experimentales registró un rendimiento promedio de 1700 kg/ha (Gamero y Viana 1993).

✓ 1.2 Objetivos del estudio

El objetivo general del estudio es el de conocer tasa de adopción de la variedad Dorado, material difundido entre los productores de la región Centro Oriental de Honduras, e identificar los principales factores que la determinan. Específicamente, el trabajo persigue los siguientes objetivos: (1) Identificar la tasa de adopción de la nueva variedad Dorado; (2) Identificar localidades y grupos de productores donde se ha difundido la nueva variedad; y (3) Conocer los principales factores económicos, agronómicos e institucionales asociados a la adopción de la nueva variedad.

✓ 1.3 Fuente de datos

El estudio se llevó a cabo al finalizar las siembras de postrera en 1995-96, con agricultores ubicados en los departamentos de El Paraíso y Francisco Morazán, en la región Centro-Oriental de Honduras. Inicialmente se obtuvo información secundaria necesaria para definir el marco muestral, ej. importancia del cultivo por municipio, número de productores, accesibilidad, etc. así como antecedentes relacionados con la generación y transferencia de la variedad Dorado.

La información primaria se colectó mediante encuesta a una muestra de 160 productores, que fueron entrevistados completamente al azar en las comunidades incluidas en la investigación.

En el Tabla 1 se anota la forma como fue distribuida la muestra entre los municipios estudiados, tanto en el departamento de El Paraíso como en Francisco Morazán. La mayor cantidad de encuestas se realizaron en el municipio de Estelí y la menor cantidad en Jacaleapa; esta diferencia estuvo en función de la importancia del cultivo de frijol en los municipios involucrados en la muestra.

Tabla 1. Agricultores encuestados por municipio. Región Centro-Oriental de Honduras en siembras de postrera 1995-96.

Municipio	No. Agricultores	Porcentaje
San Matías	9	5.7
Jacaleapa	5	3.1
Danlí	79	49.7
Orica	13	8.2
El Porvenir	18	11.3
Guaimaca	3	1.9
San Ignacio	17	10.7
Talanga	15	9.4
Total	159	100.0

El análisis de la información fue descriptivo al principio, y luego se emplearon modelos de regresión logística, con el propósito de identificar factores que inciden en los niveles de adopción, principalmente de la variedad Dorado.

2. Características de la Región Centro-Oriental de Honduras

2.1 Precipitación

La precipitación media anual, en la región Centro-Oriental de Honduras varía entre 851 a 1165 mm, presentándose dos periodos bien definidos; un periodo seco que va del mes de noviembre al mes de abril y un periodo de lluvias, que inicia en la segunda quincena de mayo y finaliza en octubre.

2.2 Topografía

Según lo indicó el 89.2 % de los productores encuestados, la producción de frijol en la región Centro-Oriental de Honduras se da en terrenos planos o sea que la mayor parte de la producción se genera en los valles. Las siembras en terrenos con topografía de ladera son mínimas ya que sólo lo registró el 4.4 % de la muestra estudiada (Tabla 2).

Tabla 2. Topografía en lotes de producción de frijol. Región Centro-Oriental de Honduras.

Topografía	No. Agricultores	%
Plano	141	89.2
Ondulado	10	6.3
Ladera	7	4.4
Total	158	100.0

2.3 Superficie y tenencia de la tierra

En el año agrícola 1993-94 se cultivaron en la región Centro-Oriental alrededor de 34 420 ha de frijol, obteniéndose una producción de 22 069 t, sumatoria de las dos épocas de siembra. En la época de primera fueron sembradas 3 098 ha produciendo 1 228 t y en postrera se obtuvieron 20 700 t producto de la siembra de 31 322 ha. El área de producción por agricultor va de una hasta 10.5 ha.

La tierra que se dedica al cultivo de frijol es propiedad de los productores, según lo manifestó el 71.5 %, mientras que 20.3 % registró sembrar en terrenos arrendados y porcentajes menores indicaron que son tierras de cooperativas o en calidad de préstamo (Tabla 3).

Tabla 3. Tenencia de la tierra donde se siembra frijol. Región Centro-Oriental de Honduras en época de postrera 1995-96.

Tenencia	No. Agricultores	%
Propietario	113	71.5
Arrendatario	32	20.3
Cooperativa	6	3.8
Prestada	6	3.8
Otro	1	0.6
Sin información	1	0.6
Total	159	100.0

2.4 Sistemas de cultivo y época de siembra de frijol

En la región Centro-Oriental de Honduras, el frijol es cultivado en diferentes sistemas de siembra. Entre ellos y en orden de importancia frijol en monocultivo, frijol en relevo de maíz, maíz-frijol-pastos y otros sistemas. En la región se dan dos épocas de siembra, la primera o sea cuando la siembra se hace al inicio de las lluvias (mayo - junio), y la más importante que es conocida como de postrera iniciándose entre septiembre y octubre.

Los datos que se anotan en el presente documento, corresponden a estudio realizado en las siembras de frijol en postrera, época en la cual el sistema prevaleciente es el monocultivo, el cual fue reportado por el 54.1 % de los productores, seguido del sistema frijol en relevo de maíz, que es practicado por 26.8 % de los agricultores. Los sistemas mixtos para cultivar frijol en esta época, no son una práctica de importancia y cuando son practicados el frijol se asocia con maíz, sorgo o yuca (Tabla 4).

Tabla 4. Sistemas de siembra en frijol más usuales en la región Centro-Oriental de Honduras.

Sistema de Siembra	No. Agricultores	%
Unicultivo	85	54.1
Relevo	42	26.8
Frijol+maíz	17	10.8
Frijol+sorgo	11	7.0
Frijol+yuca	2	1.3
Total	157	100.0

3. Uso de Variedades Mejoradas de Frijol

3.1 Tipo de variedades

En el Tabla 5, se anotan datos que muestran la tasa de adopción de las variedades mejoradas en los departamentos de El Paraíso y Francisco Morazán, región Centro-

Oriental de Honduras. En postrera de 1995-96 las nuevas variedades fueron cultivadas por el 70.9 % de los productores en el 70.7 % del área dedicada al cultivo de frijol (unas 22,238 ha). Puede observarse entonces un claro desplazamiento de los materiales considerados criollos.

En el rubro de variedades mejoradas, se encuentran materiales de reciente liberación como Don Silvio y Dorado, además otros que ya tienen algunos años de estar siendo utilizados por los productores, entre ellos Catrachita, Zamorano, Danli 46, etc. La variedad Dorado presenta la mayor tasa de adopción ya que en la época de estudio 68.7 % de los entrevistados que utilizan variedades mejoradas, registraron haber sembrado la nueva variedad en el 73 % del área cultivada (14 000 ha), seguido de Zamorano y Oriente.

En el grupo de las variedades denominadas criollas, únicamente se mencionó a Paraisito, un material precoz que fue reportado por 95.6 % de los agricultores que aún utilizan genotipos criollos, en el 97.3 % del área dedicada a la siembra de éste tipo de variedades.

3.2 Patrón de difusión

En el Tabla 6, se puede observar las diferentes tasas de adopción de la variedad Dorado, desde el año de liberación hasta las siembras de postrera en 1995-96. Se nota que en los tres primeros años la difusión de la variedad tuvo un proceso bastante acelerado, pasando de 33.3 a 50.9 % de Índice de Aceptabilidad; sin embargo en los dos últimos años se encontró que este porcentaje no varió, indicando que por alguna razón la difusión de Dorado experimentó un estancamiento, en cuanto al número de productores y área utilizada en la siembra de la nueva variedad.

Tabla 5. Tipo de variedades de frijol entre los agricultores de la región Centro-Oriental de Honduras en postrera de 1995-96.

Variedades	% Agricultores		% Area
		AGREGADO	
Mejoradas	70.9		70.7
Criollas	29.1		29.3
TOTAL	100.0		100.0
		DESAGREGADO	
VARIEDADES MEJORADAS			
Dorado	68.7		73.0
Catrachita	7.1		3.8
Zamorano	8.9		9.9
Don Silvio	3.6		2.4
Danli 46	1.8		1.2
Oriente	4.5		5.2
RAB 50	0.9		8
Desarrural	1.8		1.6
Chingo IR	1.8		2.4
DICTA 118	0.9		0.4
TOTAL	100.0		100.0
VARIEDADES CRIOLLAS		DESAGREGADO	
Criollo (Paraisito)	95.6		97.3
Desconocido	4.3		2.7
Total	100.0		100.0

Tabla 6. Patrón de difusión de la variedad Dorado en la región Centro-Oriental de Honduras 1991-1995.

Año	% Agricultores	% Area	IA (%) ¹
1991	35.5	31.0	33.3
1992	38.8	35.0	37.3
1993	49.7	51.8	50.9
1994	50.7	49.6	50.3
1995	48.7	51.6	50.2

IA = Índice de Aceptabilidad= $2/(1/a+1/b)*100$; Donde "a" es la proporción de adopción bajo el criterio "Agricultor" y "b" es la proporción de adopción bajo el criterio "Area".

Al observar el Tabla 7, se encuentra información que muestra como ha sido la adopción de la variedad Dorado por municipio, encontrándose que los municipios del departamento de El Paraiso donde más se utiliza la variedad son, Danlí y Talanga, mientras que en el departamento de Francisco Morazán se tiene a San Ignacio, Orica y El Porvenir. Es importante mencionar que tanto en El Paraiso como en Francisco Morazán se registró municipios donde la variedad tiene cero adopción, tal el caso de Jacaleapa y Guaimaca respectivamente.

Tabla 7. Uso de DORADO por municipio. Región Centro-Oriental de Honduras, postrera 1995-96

Municipios	Productores	Por ciento
San Matías	1	1.3
Jacaleapa	-	-
Danlí	31	39.2
Orica	9	11.4
El Porvenir	10	12.7
Guaimaca	-	-
San Ignacio	17	21.5
Talanga	11	13.9
Total	79	100

3.3 Formas de adquirir semilla

Los productores de frijol en la región Centro-Oriental de Honduras, aún dependen el uso de semilla de su propia cosecha o la adquieren de otro productor, según lo muestran resultados que se anotan en el Tabla 8; donde se observa que a través de la Secretaría de Recursos Naturales se aporta el 15.5 % de la oferta regional, el proyecto PASF

¹ El índice de adopción es una media armónica de proporciones expresada en porcentaje, lo cual indica la potencialidad que tiene una opción tecnológica para que sea adoptada por el universo de agricultores, para el cual fue generada.

8.3 % y el comercio local 2.4 %. Al proyecto PASF se le atribuyen dos logros importantes 1) la difusión de nuevas variedades y 2) capacitación a técnicos y agricultores en la producción de semilla; si los productores que utilizan su propia semilla o la obtienen de vecinos, aplican la tecnología PASF, se estaría hablando del uso de semilla con calidad reconocida, de lo contrario habrá que pensar en un método alternativo que asegure el uso masivo de semilla con calidad reconocida.

Tabla 8. Lugares de origen más común de obtención de semilla de frijol, agricultores de la región Centro-Oriental de Honduras.

Origen de Semilla	No. Agricultores	%
Propia	44	52.4
Otro agricultor	18	21.4
SRN	13	15.5
PASF	7	8.3
Comercio	2	2.4
Total	84	100.0

4. Adopción de la Variedad Dorado

4.1 Resultados

Mediante la formulación y desarrollo de una función logística de probabilidades de adopción, cuyos resultados se pueden observar en el Tabla 9, se identificaron algunos factores que inciden en la adopción de la variedad Dorado. Utilizando el criterio prueba de "t", al 5% de significancia, se encontró que **la distancia en km que hay de la vivienda del productor al poblado más cercano donde adquiere insumos, tiene una relación inversa con la adopción**, o sea que el grupo de productores que viven más lejos de los centros urbanos tienen menos probabilidad de adoptar la nueva variedad, en comparación con el grupo de agricultores que recorren menos distancia para adquirir los insumos que utilizan en la producción de frijol.

Por otro lado los productores que trabajan en **grupos organizados presentan una mayor probabilidad de adopción**, que los agricultores que trabajan individualmente. Un tercer factor que mostró significancia estadística, es la **participación de los productores en días de campo**, el cual registra una relación directa con la adopción, o sea que la probabilidad de adoptar nuevas variedades es mayor con el grupo de agricultores que participan más en este tipo de eventos. Factores como la topografía del terreno donde se cultiva frijol y años de experiencia del productor en el cultivo, no mostraron una significancia estadística aceptable.

4.2 Ventajas y desventajas de la variedad Dorado

La variedad Dorado ha tenido una adopción considerada como buena entre los productores de frijol en la región Centro-Oriental de Honduras, y esto se debe básicamente

Tabla 9. Factores que influyen en la adopción de la variedad DORADO en la región Centro-Oriental de Honduras.

Variable	Coefficiente	Wald estadístico	Significancia
TOPO	0.6326	1.0386	0.3081
DISPOB	-0.0177	4.7185	0.0298
AÑOPROD	-0.0206	2.8172	0.0933
PEDICAM	0.8074	3.4589	0.0629
ORGANIZ	1.1759	6.7489	0.0094
Constant	-0.5253	0.4972	0.4807

Casos (n)=159

Función de Log Likelihood = 176.59

Estadística de Chi-cuadrado para la significancia de la ecuación = 17.48

Grados de libertad para la estadística de Chi-cuadrado =5

Significancia para la estadística de Chi-cuadrado = 0.00

Porcentaje de los casos predichos correctamente = 63.57%

a tres factores; supera en rendimiento a otros materiales de uso tradicional, tiene una buena reacción al virus del mosaico dorado y tolera algunas plagas insectiles (Tabla 10).

Aunque resulta bastante dificultoso y con alto grado de error obtener datos aportados por los productores sobre rendimientos, en el Tabla 11 se anotan los rendimientos promedio por año, tanto de la variedad Dorado como de otras variedades mejoradas y las denominadas criollas. Como se puede ver, Dorado ha superado a otros materiales casi en todos los años estudiados, a excepción de 1995 que fue un ciclo que se caracterizó por exceso de lluvia, la cual afectó drásticamente la producción de frijol en la región.

Por otro lado, en los datos anotados se puede observar además dos aspectos importantes, el primero es que Dorado supera con más cuantía a otras variedades mejoradas, y en menor escala al denominado criollo y el segundo aspecto lo constituye el hecho que el material denominado criollo ha superado a el grupo de otras variedades mejoradas.

Una mejor manera para tener datos más fidedignos, sería utilizar registros de parcelas con el agricultores o hacer un muestreo a nivel de finca para la toma de datos de rendimiento.

Tabla 10. Ventajas en concepto de productores de la variedad Dorado. Región Centro-Oriental de Honduras.

Ventaja	No. Agricultores	%
Alto rendimiento	34	34.7
Tolerancia a Mosaico Dorado	27	27.6
Tolerancia a Mustia	1	1.0
Tipo de planta	6	6.1
Bueno para el consumo	1	1.0
Tolerancia a plagas	20	20.4
Tolerancia a sequía	2	2.0
Tolerancia a exceso humedad	6	6.1
Otros	1	1.0
Total	98	100.0

**Tabla 11. Rendimientos promedio de Dorado y otras variedades.
Región Centro-Oriental de Honduras. 1991-95**

Variedades	AÑOS y kg/ha				
	1995	1994	1993	1992	1991
Dorado	585	988	884	1007	1085
Otras mejoradas	604	747	708	669	747
Criollas	572	812	793	884	806

El estancamiento en la difusión de la variedad Dorado, puede deberse a que el **sabor del grano no es tan apetecido por los consumidores**; pero más la desventaja va en el sentido de que el **color de grano no es tan aceptado por los comerciantes intermedios** principalmente, tal como lo muestran los datos que se presentan en el Tabla 12, donde 65.9 % de los encuestados hicieron ésta observación; aunado a esta desventaja se tiene que el **ciclo vegetativo de Dorado es más largo** que el de otras variedades de uso corriente en esta región, característica que no es bien vista por los productores quienes prefieren materiales de ciclo intermedio a corto.

Por otro lado, **el servicio nacional de extensión agrícola en ésta región fue eliminado a partir de 1995**, lo cual ha limitado una difusión más amplia de la nueva variedad.

**Tabla 12. Desventajas en concepto de productores de la variedad Dorado.
Región Centro-Oriental de Honduras.**

Desventajas	No. Agricultores	%
Susceptible a Mustia	3	3.5
Rechazo en el mercado	6	7.1
Ciclo largo	12	14.1
Castigado en el precio	3	3.5
Malo para el consumo	56	65.9
Grano de poco peso	3	3.5
Otros	2	2.4
Total	85	100.0

5. Servicios

5.1 Asistencia técnica

Cuando se realizó el presente estudio la Secretaría de Recursos Naturales, se encontraba en un proceso de reestructuración de los servicios de investigación y transferencia, de tal manera que esta situación pudo haber influido en las respuestas de los entrevistados. Sin embargo, tal como se anota en la Tabla 13, de la muestra estudiada más del 50 % indicaron no recibir este servicio tan importante para asegurar la difusión de

nuevas tecnologías. Vale la pena aclarar que la muestra fue tomada de la población general de productores que siembran frijol, en la región Centro-Oriental de Honduras y los encuestados fueron ubicados completamente al azar.

**Tabla 13. Asistencia técnica para los productores de frijol.
Región Centro-Oriental de Honduras**

Asistencia Técnica	No. Agricultores	%
Sí	68	43.9
No	87	56.1
Total	155	100.0

5.2 Crédito

La utilización de la tecnología por lo general depende de la disponibilidad de recursos para la producción, el crédito agrícola es uno de ellos. En el caso de los productores entrevistados en la región, 65 % registraron recibir este servicio proveniente de diferentes fuentes, desde la banca central hasta los préstamos entre miembros de la comunidad (cuadro 14).

**Tabla 14. Uso de crédito para el cultivo de frijol.
Región Centro-Oriental de Honduras**

Uso de Crédito	No. Agricultores	%
Sí	102	65.0
No	55	35.0
Total	157	100.0

6. Otros Factores

6.1 Importancia del frijol en la generación de ingresos

En los últimos años el frijol ha cobrado auge no sólo por su importancia en la dieta de las familias campesinas y urbanas, sino como una actividad que genera mayores ingresos dentro del rubro granos básicos en el sistema finca, esto debido a que casi todos los países centroamericanos han experimentado déficit en su producción, lo cual ha obligado a la importación y por consiguiente el incremento en los precios tanto a nivel de productor como también para el consumidor (Tabla 15). Según opinión de los encuestados **el frijol ahora genera mayores ingresos por unidad de área**, inclusive más que el maíz, cultivo que se ha relegado a un segundo plano, aun cuando en área sembrada sigue siendo el más importante (Tabla 16).

Tabla 15. Cultivo más importante como generador de ingresos en concepto del productor. Región Centro-Oriental de Honduras

Cultivo	No. Agricultores	%
Maiz	68	42.8
Frijol	85	53.5
Arroz	1	0.6
Café	3	1.9
Hortalizas	1	0.6
Otro	1	0.6
Total	159	100.0

Tabla 16. Segundo cultivo más importante como generador de ingresos en concepto del productor. Región Centro-Oriental de Honduras

Cultivo	No. Agricultores	%
Maiz	86	55.1
Frijol	66	42.3
Hortalizas	1	0.6
Otro	3	1.9
Total	156	100.0

6.2 Organización

El estar organizado facilita y asegura una mejor transferencia de la tecnología, en el caso de la región estudiada se encontró que 65.4 % de los productores trabajan de manera individual y 34.6 % participan en alguna organización de carácter agropecuario (cuadro 17).

Tabla 17. Participación de los productores de frijol en organizaciones agrícolas. Región Centro-Oriental de Honduras

Participación	No. Agricultores	%
Sí	55	34.6
No	104	65.4
Total	159	100.0

6.3 Participación de la familia en labores de producción

La participación de la familia, en las diferentes prácticas del cultivo de frijol es bastante representativa en la región de estudio, ya que 76.3 % de los encuestados manifestaron que el resto de la familia colabora en la producción de esta leguminosa, de tal manera que la mano de obra familiar es rubro importante en el costo de producción (Tabla 18).

**Tabla 18. Participación de la familia en la producción de frijol.
Región Centro-Oriental de Honduras**

Participación	No. Agricultores	%
Si	119	76.3
No	37	23.7
Total	156	100.0

7. Conclusiones

1. Las variedades mejoradas de frijol han tenido una amplia difusión entre los productores ubicados en la región Centro-Oriental de Honduras, destacándose el uso de la variedad Dorado que en siembras de postrera en 1995-96 fue cultivada en el 50 % del área total dedicada al cultivo en la región.
2. El patrón de difusión de la variedad Dorado muestra altos índices de aceptación en los dos primeros años después de su liberación, sin embargo en los años 1994 y 1995 éste se estabilizó en un valor de 50 %, indicando que por alguna razón el material ya no incrementó su potencial de adopción.
3. En opinión de los productores entrevistados, dos son las características más sobresalientes de Dorado: su alto potencial de rendimiento y tolerancia al Virus del Mosaico Dorado y otras plagas.
4. Se identificó que la probabilidad de adopción es mayor cuando los productores pertenecen a organizaciones y participan en días de campo. Por otro lado la probabilidad de adopción disminuye a medida que los agricultores estén ubicados en lugares alejados de los centros de comercio a donde tienen que desplazarse para adquirir los insumos de producción.
5. Los productores argumentan que la variedad Dorado no es tan buena para el consumo como otras variedades de uso tradicional, que es de ciclo largo y adicionalmente se mencionó que el mercado (especialmente los comerciantes intermediarios) la rechaza por ser el grano de color rojo oscuro.

Bibliografía

Gamero y Viana, 1993. Diagnóstico y monitoreo de limitantes bióticas en el cultivo de frijol. SRN-PROFRIJOL, Honduras.

ADOPCION DE LAS VARIEDADES ESTELI 90A, 90B Y 150 EN LAS SEGOVIAS, NICARAGUA

*Abelardo Viana Ruano, Roberto Munguía
y Luis A. García*

1. Introducción

El presente estudio de adopción corresponde a una serie de trabajos similares que se han realizado en algunos países que integran PROFRIJOL, tal es el caso de Guatemala, El Salvador, Honduras, etc. El objetivo principal de los mismos es contar con información suficiente, que muestre la tasa de utilización de las variedades mejoradas generadas y difundidas en el esquema colaborativo del PROFRIJOL.

Este documento muestra los resultados más relevantes obtenidos con la investigación.

1.1 Objetivos del estudio

El objetivo general del estudio es el de conocer las tasas de adopción de las variedades Esteli 90A, Esteli 90B y Esteli 150, materiales difundidos entre productores ubicados en la región de las Segovias, Nicaragua e identificar los principales factores que las determinan. Mas específicamente, el trabajo persigue: (1) Identificar tasas de adopción de las variedades Esteli 90A, Esteli 90B y Esteli 150; (2) Identificar localidades y grupos de productores donde se han difundido las nuevas variedades; y (3) Conocer los principales factores económicos, agronómicos e institucionales asociados con la adopción de nuevas variedades.

1.2 Fuente de datos

El estudio se llevó a cabo al finalizar las siembras de postrera en 1995-96, con agricultores ubicados en el área de acción de las agencias de extensión de Esteli, Condega, Somoto, Ocotal y Quilali.

La información necesaria para el logro de los objetivos propuestos, inicialmente se obtuvo de fuentes secundarias, esto con el propósito de conocer el marco muestral de trabajo. Los datos primarios fueron colectados a través de encuesta, entrevistando a una

muestra de 121 productores de frijol, los cuales fueron localizados completamente al azar en las comunidades incluidas en la investigación.

En el Tabla 1, se anota la forma como fue distribuida la muestra entre las agencias involucradas en el estudio. La mayor cantidad de entrevistas se hizo en Estelí y la menor cantidad en Quilalí, esta diferencia estuvo en función de la importancia del cultivo de frijol en cada una de las localidades estudiadas.

2. Características de la región

2.1 Generales

La región estudiada (B-3) está ubicada en la zona interior norte de Nicaragua, y comprende los departamentos de Estelí, Madriz y Nueva Segovia. Limita al sur y oeste con la Región II (Chinandega) y al sur y este con la Región VI (Matagalpa y Jinotega), al norte y este limita con Honduras. La Región I, constituye un poco más del 6.5% del territorio de Nicaragua y un 10.4% de la población total del país vive en la región.

Tabla 1. Agricultores entrevistados por Agencias de Extensión. Las Segovias, Nicaragua, siembras de frijol en postrera de 1995-96.

Agencia	No. Agricultores	%
Estelí	51	42.1
Condega	30	24.8
Somoto	15	12.4
Ocotal	15	12.4
Quilalí	10	8.3
Total	121	100.0

La mayor parte de la región tiene limitaciones en cuanto al uso potencial agrícola, principalmente debido a las fuertes pendientes, más del 80% del área es recomendable para el uso forestal o cultivos perennes, y sólo un poco más de 11% del área es apta para el uso agrícola (cultivos anuales), siendo los municipios que poseen tierra con mejores aptitudes para estos cultivos, Estelí, San Juan del Río Coco, Quilalí y El Jicaró.

2.2 Precipitación

La región se divide en cuatro zonas agroecológicas, una zona seca con precipitaciones que van de 700 a 1300 mm, con distribución errática y canícula indefinida, la zona semi-seca cuya precipitación tiene un rango de 1000 a 1300 mm anuales, con distribución errática. También se identifica una zona semi-húmeda con precipitaciones que van de 1300 a 1650 mm anuales, con una distribución regular durante 6 a 8 meses y finalmente una zona húmeda con precipitación de 1300 a 1700 mm, con lluvias durante 10 meses.

2.3 Topografía

En la zona seca, se observan valles bajos con pendientes que van de 0 a 5% y valles altos con pendientes que oscilan entre 5 a 30%. En la zona semiseca se encuentran terrenos con pendientes de 0 a 5% y hasta de 25%. La zona semihúmeda está conformada por terrenos con pendientes de 5 a 25% con buen drenaje, y en la zona húmeda se encuentran tierras hasta con un 30%.

Según información proporcionada por los agricultores entrevistados, en términos generales los terrenos donde se siembra frijol son planos u ondulados, y en un 25% son lotes sembrados en terrenos considerados como ladera (Tabla 2).

Tabla 2. Topografía en lotes de producción. Las Segovias, Nicaragua, siembras de frijol en postrera de 1995-96.

Topografía	No.	%
Piano	48	39.7
Ondulado	43	35.5
Ladera	30	24.8
Total	121	100.0

2.4 Superficie y tenencia de la tierra

La tierra que es dedicada al cultivo de frijol en un 34.7 % es propiedad privada, 21.1 % son agricultores individuales con tierra, 14.9 % productores individuales sin tierra, 12.4 % son tierras en calidad de préstamo y en porcentajes menores son colonos con tierra, agricultores que trabajan en tierras alquiladas y otras modalidades de tenencia (Tabla 3).

Tabla 3. Tenencia de la tierra en lotes de producción. Las Segovias, Nicaragua, postrera de 1995-96.

Tenencia	No.	%
Individual con tierra	28	21.1
Individual sin tierra	18	14.9
Colono con tierra	11	9.1
Prestada	15	12.4
Privada	42	34.7
Alquilada	4	3.3
Otros	3	2.5
Total	121	100.0

2.5 Sistemas de cultivo

Según datos que se anotan en el Tabla 4, el frijol en esta región es cultivado principalmente en el sistema de monocultivo, le sigue en importancia el sistema frijol-sorgo y frijol en relevo de maíz.

Tabla 4. Sistemas de siembra de frijol más usuales en las Segovias, Nicaragua, postrera de 1995-96.

Sistema Siembra	No.	%
Frijol unicultivo	72	59.5
Frijol en relevo	18	14.9
Frijol-sorgo	26	21.5
Frijol-maíz	5	4.1
Total	121	100.0

3. Uso de Variedades Mejoradas de Frijol

3.1 Tipo de variedades

Las variedades mejoradas son de alto uso en esta región, ya que 79.3 % de los productores entrevistados registraron utilizarlas en el 72.7 % del área cultivada con esta leguminosa, las variedades de mayor uso son Estelí 90A, Estelí 90B y Estelí 150. Las variedades H-46 y Dor-482 son cultivadas en porcentajes mínimos (Tabla 5).

En cuanto al uso de variedades criollas, se puede observar en el Tabla 6 que los productores utilizan una gran variabilidad de materiales, prevaleciendo el Chile Rojo y Tico Rojo.

Tabla 5. Tipos de variedades de frijol entre los agricultores de las Segovias, Nicaragua, postrera de 1995-96.

Variedad	% Agricultores	% Area
		Agregado
Mejorados	79.3	72.7
Criollas	20.7	27.3
		Desagregado
Variedades Mejorados		
Estelí 90A	54.2	55.5
Estelí 90B	16.7	19.5
Estelí 150	23.9	21.1
H-46	2.1	1.9
DOR-482	3.1	2.4

Tabla 6. Variedades criollas utilizadas por los productores de frijol en Las Segovias, Nicaragua, postrera de 1995-96.

Variedades Criollas	N	% Agricultores
Rojo Criollo	1	4
Negro	1	4
Cuarenteño	2	8
Chile rojo	5	20
Santa Cruz	1	4
Tico Rojo	4	16
Mexicano	2	8
Favorito	1	4
Seda	1	4
Rosa	2	8
Balín	2	8
Otros	3	12

3.2 Patrón de difusión

El patrón de difusión observado con las variedades Estelí, se puede ver en el Tabla 7, notándose que inició en 1990 con un Índice de Aceptabilidad con valor de 8.2 %, incrementándose notoriamente en los siguientes años hasta llegar al 74 % en siembras de postrera 1995-96, lo cual muestra el potencial de difusión de las nuevas variedades.

Al observar el Tabla 8, se encuentra información que muestra como ha sido la adopción de las variedades Estelí, en el área de influencia de las diferentes Agencias de Extensión que participaron en el estudio, encontrándose que el cien por ciento de los productores entrevistados en Condega, Ocotol y Quilalí manifestaron que utilizan las nuevas variedades, 93 % en Somoto y 43 % de los agricultores entrevistados en la Agencia Estelí, indicaron utilizar Estelí 150.

Tabla 7. Patrón de difusión de variedades Estelí en Las Segovias, Nicaragua, postrera de 1995-96.

Año	% Agricultores	% Area	IA ²
1990	9.2	4.4	8.2
1991	13.7	10.6	12.0
1992	29.8	30.5	30.8
1993	60.9	64.8	64.5
1994	72.2	72.8	72.2
1995	75.2	69.5	74.0

Notas: IA = Índice de aceptabilidad = $2/(1/a + 1/b) * 100$. Donde, a = La proporción de adopción bajo el criterio "Agricultor" y b = La proporción de adopción bajo el criterio "Area".

2 El Índice de adopción es una media armónica de proporciones expresada en porcentaje, lo cual indica la potencialidad que tiene una opción tecnológica para que sea adoptada por el universo de agricultores, para el cual fue generada.

Tabla 8. Uso de las variedades Estelí por Agencia de Extensión. Región de Las Segovias, Nicaragua en siembras de postrera 1995-96.

Agencia	Estelí 90a	Estelí 90b porcentaje de agricultores	Estelí 150
Estelí	-	-	43
Condega	43	53	4
Somoto	93	-	-
Ocotal	100	-	-
Quilali	100	-	-

3.3 Formas de adquirir semilla

Los productores de frijol en la región de Las Segovias, Nicaragua aún dependen del uso de semilla de su propia cosecha o la adquieren de otro productor, según lo muestran resultados que se anotan en el Tabla 9; donde también se observa que a través del INTA únicamente el 10.7 % de los productores obtienen semilla de esta fuente.

Tabla 9. Lugares de origen más común de obtención de semilla de frijol, agricultores en Las Segovias, Nicaragua, postrera de 1995-96.

Origen Semilla	No.	%
Propia	62	51.2
Otro agricultor	40	33.1
INTA	13	10.7
PASOLAC	1	0.8
Comercio	2	1.7
Otro	3	2.5
Total	121	100.0

4. Adopción de las Variedades Estelí

4.1 Resultados

Mediante la formulación y desarrollo de una función logística de probabilidades de adopción, cuyos resultados se pueden observar en la Tabla 9, se identificaron algunos factores que inciden en la adopción de las nuevas variedades. Utilizando el criterio prueba de "t", al 1 y 5 % de significancia, se encontró que la topografía de los lotes donde se siembra frijol es un factor decisivo para el uso de variedades mejoradas, **si el terreno es plano la probabilidad de adopción es más alta**. Por otro lado **si los productores de frijol trabajan en forma aislada la probabilidad de adoptar nuevas variedades se reduce**. La asistencia técnica es otro factor de importancia ya que aquellos agricultores que reciben este servicio aumentan la probabilidad de usar nuevas variedades. **El tamaño del lote sembrado con frijol** incide en la adopción, de donde se concluye que

la probabilidad de adoptar muestra una relación directa con el tamaño de la parcela, o sea que a medida que el lote es de mayor tamaño la probabilidad de adoptar es mayor. Finalmente con un nivel menor de significancia, el grupo de **agricultores que utilizan crédito tienen mayores probabilidades de adoptar que el grupo que no lo hace** (Tabla 10).

Tabla 10. Factores que inciden en la adopción de variedades mejoradas en Las Segovias, Nicaragua, postrera de 1995-96.

VARIABLE	Coefficiente	Estadístico de WALD	Nivel de probabilidad
Topografía	1.0238	3.8492	0.0498
Tenencia	0.6691	1.4192	0.2335
Distancia	0.0375	0.9092	0.3403
Crédito	0.8354	2.6130	0.1060
Organización	-2.6521	5.6215	0.0177
Asistencia	2.4172	5.6035	0.0179
Areatotal	-0.1486	4.9004	0.0269
Constante	0.4109	-0.2329	0.6294

Casos (n) = 121

Función de Log-Likelihood modelo completo = 115.403

Estadística de Chi-cuadrado para la significancia de la ecuación = 17.211

Grados de libertad para la estadística de Chi-cuadrado = 7

Significancia para la estadística de Chi-cuadrado = 0.0161

Log-Likelihood modelo restringido = 132.613

Porcentaje predicho correctamente = 77.59

4.2 Ventajas de las variedades Estelí

Las variedades Estelí han tenido una adopción excelente entre los productores de frijol en la región de Las Segovias. Esto debido básicamente a diversos factores: superan en rendimiento a otros materiales de uso tradicional, Estelí 90B además de observar buen rendimiento, presenta resistencia al requemo y a sequía, esta última ventaja se registra también en Estelí 150, variedad que además presenta buena aceptación en el mercado (Tabla 11).

Tabla 11. Ventajas de la variedades Estelí en concepto de los productores. Región de Las Segovias, Nicaragua.

Ventajas	Estelí 90a	Estelí 90b	Estelí 150
Alto rendimiento	x	x	x
Resistencia al requemo		x	
Tolerancia a sequía		x	x
Aceptación en el mercado			x

4.3 Rendimientos promedio

Aun cuando resulta bastante dificultoso y con alto grado de error obtener datos sobre rendimientos en concepto de los productores, en el Tabla 12 se anotan los rendimientos promedio por año, tanto de las variedades Esteli y las denominadas criollas. Se puede observar en la última fila del Tabla, que en 4 años las variedades Esteli superaron en rendimiento a otras variedades, mientras que en los años 1991 y 1995 por alguna razón la diferencia fue negativa para los materiales Esteli, especialmente en postrera de 1995-96 donde los rendimientos se vieron afectados tanto en variedades mejoradas como en las criollas.

Tabla 12. Rendimiento promedio de variedades Esteli y otras. Las Segovias, Nicaragua, postrera de 1995-96. (Quintales/manzana).

Variedad	1995	1994	1993	1992	1991	1990
Esteli 90a	6.0	12.8	13.4	13.3	14.8	15.7
Esteli 90b	8.4	13.2	16.9	19.3	9.5	18.6
Esteli 150	9.0	14.8	12.6	14.6	13.6	—
Otras	8.7	12.3	12.0	11.4	14.0	13.0
Media General						
Esteli (90a, 90b, y 150)	7.8	13.6	14.3	15.7	12.6	17.1
Otras	8.7	12.3	12.0	11.4	14.0	13.0
Diferencia	(-0.9)	1.3	2.3	4.3	(-1.4)	4.1

5. Servicios

5.1 Asistencia técnica

La asistencia técnica es un servicio que recibe el 79.2 % de los productores de frijol entrevistados, servicio que en un 95 % aun es responsabilidad gubernamental, a través del servicio de extensión del INTA (Tabla 13).

Tabla 13. Asistencia técnica para los productores de frijol en las Segovias, Nicaragua, postrera de 1995-96.

Asistencia Técnica	No.	%
Si	95	79.2
No	25	20.8
Total	120	100
De Quién		
INTA	90	94.7
Otro	5	5.3

6. Otros Factores

6.1 Importancia del frijol en la generación de ingresos

El frijol ha cobrado auge en los últimos años debido a su importancia en la dieta de las familias del área rural y urbana, y a que es la actividad dentro del rubro de granos básicos que genera mayores ingresos en el sistema finca. Ello se debe a que casi todos los países centroamericanos han experimentado déficit en sus producciones, lo cual ha obligado a la importación e incremento en los precios para productores y consumidores (Tabla 14). Según opinión de los entrevistados el frijol es el cultivo que genera mayores ingresos por unidad de área, le sigue en orden de importancia el maíz, dentro del rubro granos básicos (Tabla 15).

**Tabla 14. Cultivo más importante como generador de ingresos.
Las Segovias, Nicaragua, postrera de 1995-96.**

Cultivo	No.	%
Frijol	83	68.6
Maíz	6	5.0
Sorgo	1	0.8
Hortalizas	24	19.8
Total	24	19.8

**Tabla 15. Segundo cultivo más importante como generador de ingresos.
Las Segovias, Nicaragua, postrera de 1995-96.**

Cultivo	No.	%
Maíz	35	56.7
Frijol	23	23.7
Sorgo	5	5.2
Hortalizas	4	4.1
Otros	10	10.3
Total	77	100.0

6.2 Organización

La organización facilita y asegura una mejor transferencia de la tecnología. En el caso de la región estudiada se encontró que 81.8 % de los productores trabajan de manera organizada y 18.2 % no participan en ninguna agrupación de carácter agropecuario. El hecho de que la mayor parte de los productores de frijol pertenecen a alguna organización, posiblemente ha contribuido sustancialmente a la rápida difusión de las variedades mejoradas (Tabla 16).

Tabla 16. Participación de los productores de frijol en organizaciones agrícolas, Las Segovias, Nicaragua, postrera de 1995-96.

Participación	No.	%
Sí	99	81.8
No	22	18.2
Total	77	100

6.3 Participación de la familia en labores de producción

La participación de la familia en las diferentes prácticas del cultivo de frijol es bastante representativa en la región de estudio, ya que 74.2 % de los entrevistados manifestaron que el resto de la familia le colabora en la producción de esta leguminosa, de tal manera que la mano de obra familiar es rubro importante en el costo de producción para el cultivo de frijol en la región estudiada (Tabla 17).

Tabla 17. Participación de la familia en la producción de frijol. Las Segovias, Nicaragua, postrera de 1995-96.

Participación	No.	%
Sí	89	74.2
No	31	25.8
Total	24	100

7. Conclusiones

1. Las variedades mejoradas de frijol, han tenido una amplia difusión entre los productores ubicados en la región de las Segovias en Nicaragua, donde se siembran unas 16,600 ha con este tipo de materiales, destacándose el uso de la variedad Estelí 90A que en siembras de postrera en 1995-96 fue cultivada en el 55.5 % del área sembrada con variedades mejoradas.
2. Las mayores tasas de adopción de la variedad Estelí 90A, se observan en el área de influencia de la Agencias de Extensión en Somoto, Ocotal y Quilalí. En el área de trabajo de la Agencia Condega además de cultivar Estelí 90A los agricultores utilizan Estelí 90B y Estelí 150, y en el área de la Agencia Estelí los productores utilizan la variedad Estelí 150.
3. El patrón de difusión de las variedades Estelí, inició con un índice de aceptación de 8.2 % en 1990, alcanzando en siembras de postrera en 1995- 96 un valor de 74 %; ciclo en el cual 75.2 % de los productores sembraron los nuevos materiales en 69.5 % del área.

4. En concepto de los productores entrevistados, cuatro son las características más sobresalientes de las variedades Esteli, siendo estas su alto potencial de rendimiento, tolerancia a la sequía, tolerancia al requemo y buena aceptación en el mercado.
5. Se identificó que la probabilidad de adopción aumenta cuando los productores siembran en terrenos planos y reciben asistencia técnica. La probabilidad de adopción se reduce cuando los productores no están organizados y cuando el tamaño de los lotes dedicados a la producción de frijol son pequeños.

Bibliografía

Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Diagnóstico Agrosocioeconómico Sistémico, Región B-3, Nicaragua.



IMPACTO DE LA INVESTIGACION EN FRIJOL JUTIAPA, GUATEMALA 1987-1996

*Julio A. Martínez G.
y Abelardo Viana Ruano*

1. Introducción

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), inició actividades de investigación en el departamento de Jutiapa, Guatemala, en el año de 1973. El maíz constituyó el cultivo prioritario, seguido por el frijol.

La investigación hasta ahora realizada sobre el cultivo de frijol ha sido responsabilidad del ICTA, con la cooperación del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), a través del Programa Cooperativo Regional de Frijol para Centro América, México y el Caribe (PROFRIJOL), que a su vez es financiado por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE). La evolución de la investigación puede clasificarse en tres etapas, a saber:: La primera, cuando el CIAT e ICTA aún no habían desarrollado líneas propias, siendo los primeros materiales introducciones provenientes principalmente del programa de frijol del Instituto Colombiano Agropecuario -ICA- (ahora CORPOICA), resultado de esta etapa fue la liberación en Guatemala de la variedad ICTA Suchitán (ICA Pijao).

La segunda etapa, aún con trabajos cooperativos entre el CIAT e ICTA, se inicia con la investigación para identificar fuentes de resistencia al virus del Mosaico Dorado, como resultado se da la liberación a finales de los 70 de tres variedades: ICTA Tamazulapa (DOR 44), ICTA Quetzal (DOR 41) e ICTA Jutiapan (DOR 42).

La incidencia y severidad del Mosaico Dorado se acrecentó a principios de la década de los 80. Como respuesta a este fenómeno se libera en 1986 la variedad ICTA Ostúa (Ju-81-53), material de amplia adaptación y difusión en el departamento de Jutiapa y otras zonas del país. Posteriormente, aun cuando en Guatemala no es tradicional el consumo de frijol color rojo, se liberó la variedad DORICTA (DOR 364), material también liberado en todos los países de Centroamérica.

La búsqueda de nuevas fuentes de resistencia al Mosaico Dorado y la generación de variedades con resistencia múltiple (Bacteriosis y Apión), ha marcado una tercera etapa en la investigación del cultivo de frijol en Guatemala, y como resultado de este esfuerzo, en 1996 se liberaron dos nuevas variedades: ICTA Santa Gertrudis (DOR 446) e ICTA Chapina (Ju-90-4), contando además con un buen inventario de líneas promisorias.

Según resultados obtenidos en estudios socioeconómicos, existe suficiente evidencia para afirmar que la investigación en el cultivo de frijol ha sido impactante hasta ahora, no sólo por la liberación de variedades, sino porque éstas han venido a resolver serios problemas, como el caso específico del Mosaico Dorado. Sin embargo, es preciso anotar que después de la amplia adopción que tuvo la variedad ICTA Ostúa, pasaron muchos años para que se liberaran nuevos materiales, cuya difusión rápida se pone en duda debido a que las condiciones institucionales y políticas actuales no han permitido darles el impulso que tuvo su antecesora ICTA Ostúa.

2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo es el de medir a nivel de productores el impacto generado por el uso de variedades mejoradas de frijol, en el departamento de Jutiapa. En forma más específica, el trabajo persigue: (1) Conocer la difusión a nivel de productor de las variedades mejoradas generadas por ICTA-PROFRIJOL; (2) Identificar el impacto en la producción y productividad por el uso de variedades mejoradas de frijol; y (3) Medir los retornos económicos de la inversión en investigación, realizada por el Programa Nacional de Frijol del ICTA y el PROFRIJOL.

3. Metodología y Fuente de Datos

El presente estudio fue realizado en el departamento de Jutiapa, el cual consta de 3,219 Km² de superficie total (SPADA/IICA, 1983) y está conformado por 17 municipios, de los cuales en el estudio se contemplaron 16, ya que el municipio de Pasaco no es productor de frijol y su actividad principal es la ganadería.

La información relacionada con aspectos de difusión de nuevas variedades, diferencias en rendimiento entre variedades nuevas y denominadas criollas, cambios en producción, cambios en ingresos y uso de plaguicidas, fue obtenida mediante encuestas a productores y el análisis se realizó utilizando estadística descriptiva.

Los retornos económicos y la rentabilidad de la inversión en investigación y transferencia en el cultivo de frijol, se calcularon a través de la comparación directa de los flujos de costos y beneficios correspondientes al periodo 1981-96.

El enfoque anterior requiere del conocimiento de una serie de costos anuales de investigación y transferencia, así como de los beneficios anuales atribuibles a las mismas actividades. Esto permite estimar el Valor Presente Neto del proyecto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación Beneficio Costo (B/C).

Para el cálculo de los beneficios anuales, se empleó el procedimiento sugerido por Lindner y Jarret, modificándolo en parte y adaptándolo a los requerimientos del presente estudio.

La metodología, se basa principalmente en el supuesto de que al no existir adopción de nuevas variedades, la curva de oferta se desplaza hacia la izquierda, indicando que la cantidad ofrecida disminuye y por consiguiente se da una pérdida social por la no adopción.

En términos gráficos, equivale al área comprendida entre las curvas de oferta "sin" y "con" adopción. Por lo tanto, el beneficio social total de adoptar los materiales de frijol en un período determinado es equivalente, en este caso, al mayor excedente del productor, ya que los precios al consumidor no se afectan.

Para la realización del presente estudio, se encontraron dos limitantes de importancia: la falta de datos fidedignos con relación a los rendimientos promedios obtenidos a nivel de productor, con y sin variedades mejoradas y falta de información o información incompleta en cuanto a las tasas de adopción por año.

Los datos que fueron utilizados para conocer la difusión de nuevos materiales, los cambios en productividad y producción, cambio en ingresos y uso de plaguicidas, se obtuvieron a través de encuesta directa a una muestra de 156 productores de frijol en el departamento de Jutiapa.

Para la estimación de los beneficios se partió del año 1986, siendo éste en el cual se liberó la variedad ICTA-Ostúa, material que ha obtenido la mayor tasa de adopción en el departamento de Jutiapa. Los años anteriores a 1986 se consideraron con beneficio cero.

Para calcular el flujo de beneficios a nivel de productor se tomó en cuenta; el área total sembrada con frijol, área con semilla mejorada, área con semilla criolla, medias de rendimiento tanto de variedades mejoradas como criollas, precios en finca, márgenes de comercialización e índices de precios.

En el departamento de Jutiapa se calcula que existen unas 16 000 ha sembradas con frijol en el ciclo de primera, de las cuales en 1986, el 28 por ciento (4480 ha) fue sembrado con variedades mejoradas (Viana 1986), en 1990 la superficie sembrada con nuevos materiales llegó a un 30 por ciento (4 800 ha) (PROGETTAPS 1991) y finalmente el dato de adopción para el periodo 1992-96, según información obtenida a través de encuesta a productores, resultó ser de 35 por ciento para el año 1996 (5 600 ha).

Los precios a nivel de productor se obtuvieron de la siguiente manera: en primera instancia se utilizó serie de tiempo de precios al por menor registrada por INDECA región IV, para el periodo 1986-89. Para el periodo 1990-96, se utilizaron registros obtenidos por la Secretaría de Integración Económica para Centro América (SIECA).

Debido a que los precios registrados tanto por INDECA y SIECA son al por menor, para tener el precio al productor se dio la necesidad de restarle los márgenes de comercialización, los cuales fueron obtenidos para Jutiapa, en trabajo realizado por Trejo en 1993. Finalmente los valores de precios al productor para el periodo 1993-96 se determinaron a través de regresión simple.

Con el objeto de llevar los precios nominales a precios reales, se hizo uso de una serie de tiempo con valores sobre el Índice de Precios al Consumir (IPC) registrada por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Con el propósito de no hacer una sobrestimación de los indicadores económicos, se elaboraron cuatro escenarios cuya única diferencia es la inversión hecha por el CIAT durante los años en que éste estuvo involucrado directamente en la investigación del cultivo de frijol en Guatemala (1981-92).

Escenario I

Aporte de US\$15 000 para el periodo 1984-1992 por parte de CIAT, más costos DIGESA, ICTA y a partir de 1993 del PROFRIJOL.

Escenario II

Aporte de US\$20 000 para el periodo 1981-1992 por parte de CIAT, más costos DIGESA, ICTA y a partir de 1993 del PROFRIJOL.

Escenario III

Aporte de US\$15 000 para el periodo 1981-1984, US\$20 000 periodo 1985-1990 y US\$25 000 para el periodo 1991-1992 por parte de CIAT, más costos absorbidos por DIGESA, ICTA y a partir de 1993 por el PROFRIJOL.

Los datos primarios se obtuvieron directamente de una muestra de productores de frijol en el departamento, a través de entrevista mediante encuesta previamente diseñada. Para obtener una muestra representativa y confiable, se usó el método del muestreo aleatorio estratificado, ya que éste permite maximizar la información ante limitaciones de recursos para hacer la etapa de campo; por otro lado los coordinadores del estudio por experiencia en trabajos similares, sabían que la forma de cultivar frijol en los diferentes municipios del departamento son similares, de tal manera que una muestra relativamente pequeña permite realizar inferencias en relación con la población de productores en el departamento.

Con el 80 por ciento de confiabilidad y tomando como población el total de fincas que posee el departamento de Jutiapa (26 819 según censo de 1979) y mediante la aplicación de la siguiente fórmula se obtuvo la muestra necesaria que resultó ser de 156 fincas.

$$n = N/N(d)5+1$$

donde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población y

d = nivel de confiabilidad

y aplicando la ecuación que se anota en seguida, se procedió a obtener la muestra por estrato o municipio:

$$n_1 = n(N_1/N)$$

donde:

n_1 = muestra para el estrato uno (o municipio uno),

n = muestra total (156 fincas),

N_1 = población del estrato uno (número de fincas por municipio uno)

N = población total de fincas en el departamento hechos los cálculos pertinentes, el número de agricultores a encuestar por municipio se anota en el Tabla 1.

Se diseñó y probó una boleta (ver anexo 1) que permitiera recopilar la información necesaria. Finalmente se hizo un análisis cualitativo y cuantitativo obteniendo resultados que se anotan en el presente informe.

Tabla 1. Número de elementos en la muestra por municipio

Municipios	Muestra
Jutiapa	33
El Progreso	6
Santa Catarina Mita	9
Agua Blanca	10
Asunción Mita	15
Yupiltepeque	8
Atescatempa	6
Jerez	3
El Adelanto	4
Zapotitlán	5
Comapa	14
Jalpatagua	8
Conguaco	7
Moyuta	14
San José Acatempa	6
Quezada	8
Total	156

4. Resultados

4.1 Uso de variedades mejoradas

De acuerdo con el tipo de semilla utilizada, en el departamento de Jutiapa se identifican tres grupos de productores de frijol (**Figura 1**). El primer grupo lo integran todos aquellos productores que utilizan sólo semillas criollas, un segundo segmento que utiliza únicamente semilla mejorada y un tercer grupo que hace uso tanto de semilla criollas como de mejoradas.

Existen varios argumentos que explican la decisión de los productores para usar uno u otro tipo de semilla. Se sostiene por ejemplo, que el hecho de utilizar semillas criollas reduce riesgo de pérdidas en periodo de canícula (periodo de sequía que con frecuencia se presenta en época lluviosa), pues estos materiales se cosechan aproximadamente 15 días antes que las variedades mejoradas; además se logran mejores precios de venta, ya que la producción se obtiene en un periodo de poca oferta. Este grupo de agricultores es generalmente de bajos recursos económicos y su objetivo principal es el de producir para autoconsumo y vender esporádicamente cuando se tienen excedentes.

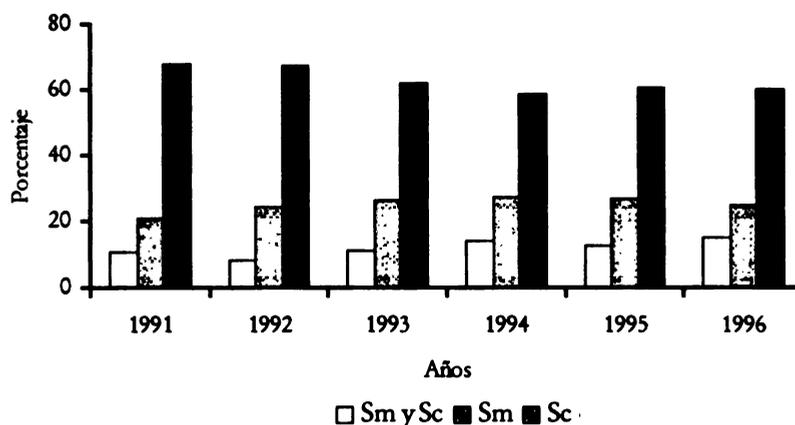


Figura 1. Productores que usan semilla mejorada y criolla en el departamento de Jutiapa.

Según datos obtenidos en el estudio, el grupo de productores que utilizan únicamente semillas criollas es mayoritario, y está comprendido por el 63 por ciento de los productores de frijol en el departamento. Otras características importantes de este tipo de productores son, las de hacer las siembras en ladera y practicar el sistema asociado frijol-maíz o frijol-sorgo.

El segundo grupo de productores identificado, es el que usa sólo semilla mejorada y está representado por el 25 por ciento de los entrevistados (Figura 1). Estos agricultores producen principalmente para la venta, poseen más y mejores recursos para la producción, lo cual les permite obtener entre 325 y 390 kg/ha más de grano, en comparación con agricultores que utilizan semillas criollas. Muchos de los productores que utilizan semillas mejoradas, hacen la siembra en terrenos planos con posibilidades de mecanización y generalmente son sistemas en unicultivo.

El tercer y último grupo de productores registrado, está formado por aquellos que además de utilizar semillas criollas también usan variedades mejoradas, lo cual fue reportado por el 12 por ciento de la muestra entrevistada. La razón principal para esta práctica, reside en el hecho de que el producto obtenido con el material criollo se destina al consumo y el mejorado para el comercio; por lo que el área sembrada con este tipo de variedades es generalmente mayor a lo sembrado con materiales criollos. La decisión anterior también tiene su base en el argumento de los productores, cuando aseguran que las variedades criollas son de mejor gusto para el consumo.

Información que se puede observar también en la **Figura 1**, permite comprobar que la tendencia en cuanto al uso de semillas mejoradas es ascendente, mientras que la utilización de variedades criollas tiende a decrecer. Este fenómeno es más notorio en los años de 1992 a 1994, época en la cual las variedades mejoradas fueron ampliamente difundidas (principalmente ICTA Ostúa) a través del proyecto denominado PROGETTAPS (Proyecto de Generación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria y Producción de Semillas).

En lo que se refiere al uso de semillas por municipio en los últimos seis años, se pudo observar un fuerte contraste entre localidades, ya que se encuentran zonas donde en la mayor parte del período estudiado se registra el uso de materiales mejorados, tal el caso de Atescatempa, localidad donde de 1991 a 1994 los productores sólo reportan el uso de variedades mejoradas, sin embargo a partir de 1995 algunos productores volvieron a sembrar únicamente variedades criollas, dándose un proceso de desadopción. Por otro lado se registran municipios donde en el mismo período, ha prevalecido el uso de variedades criollas, ejemplo El Adelanto, donde hasta 1995 prevaleció en un cien por ciento el uso de este tipo de materiales, y fue hasta el año 1996 cuando se inició el uso de variedades mejoradas.

Es importante anotar que los productores de frijol en esta región de Guatemala, adquieren semilla mejorada y luego la utilizan por muchos años, lo cual conduce a que estos materiales en un momento dado sean considerados como criollos y se les cambie el nombre original por otro de más fácil identificación en la comunidad.

La variedad de mayor difusión en los últimos años ha sido ICTA Ostúa (Figura 2), que entre 1993 y 1994 llegó a su punto máximo, para luego iniciar un decrecimiento en su uso, y nuevamente, eso se atribuye a falta de difusión y al apareamiento de nuevas variedades como ICTA Santa Gertrudis, material que ya en 1996 mostró cierto nivel de utilización.

Los productores de frijol en la región, cuentan con recursos escasos, lo cual limita el uso de insumos especialmente semilla mejorada. Aun cuando se reconocen las bondades de los materiales mejorados, en cuanto a mayor potencial de rendimiento y alto grado de resistencia a plagas y enfermedades, éstas no son adquiridas, en parte por falta de recursos y por otro lado la no disponibilidad de semilla en el lugar y momento adecuado.

En la Figura 3, se puede observar los porcentajes de área sembrada por tipo de variedad, y se aprecia que la mayor cantidad de tierra sembrada es con variedades denominadas criollas, sin embargo se puede ver que en los años 1991-94 se da un cambio

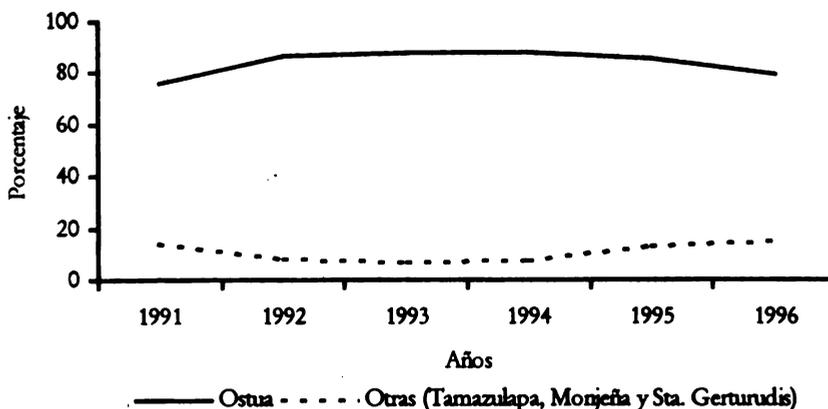


Figura 2. Uso de variedades mejoradas de frijol. Jutiapa, Guatemala, 1991 - 96.

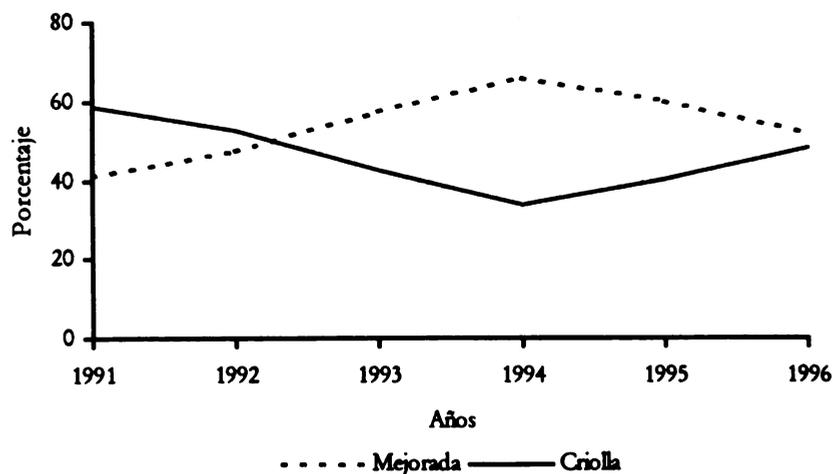


Figura 3. Area sembrada con variedades criollas y mejoradas de frijol. Jutiapa, Guatemala, 1991 - 96.

hacia el uso de variedades mejoradas, fenómeno que puede atribuirse al proyecto PROGETTAPS, que impulsó masivamente el uso de la variedad ICTA Ostúa. Después de 1994 se nota lo inverso, situación que se atribuye a dos causas, la no liberación de nuevas variedades y el deterioro del servicio de extensión, que por falta de recursos y finalización del proyecto PROGETTAPS, hizo poco esfuerzo en la difusión de nuevas tecnologías.

Además de las causas anotadas anteriormente, puede agregarse una más y es la tendencia de los productores al cambio de nombre de una variedad, luego de utilizarla por más de cinco años.

4.2 Cambio en productividad y producción

En el Tabla 2 se puede observar información que muestra la tendencia en cuanto al uso de variedades mejoradas, dentro de la población general de productores de frijol en el departamento de Jutiapa. En primera instancia se encuentra que de 1991 a 1996 no se ha dado mayor cambio en el porcentaje de productores utilizando los materiales mejorados, ya que de un nivel de 33 por ciento en 1991 pasó a 40 por ciento en 1996, notándose la misma tendencia en cuanto al área sembrada, prevaleciendo hasta ahora el uso de materiales denominados criollos.

Los niveles de adopción logrados hasta 1996, han permitido un incremento en la oferta de grano para consumo en el periodo estudiado (1991-1996), esto atribuido al uso de variedades mejoradas, especialmente ICTA Ostúa que fue registrada su utilización por el 40 por ciento de los productores, en el 35 por ciento del área total cultivada con frijol en Jutiapa (estos valores corresponden a la población general de agricultores que siembran frijol en la zona).

Los datos de adopción anotados anteriormente, indican que en el ciclo de siembra de primera en 1996, unas 5 600 ha se cultivaron con nuevas variedades, obteniéndose

entre 325 a 390 kg/ha más en rendimiento que al utilizar materiales criollos (diferencia que ha sido constante en el tiempo), lo cual representa una oferta extra de más o menos 2 030 t de grano, cantidad que traducida a dinero, considerando los precios actuales del frijol, equivale a unos 9 millones de quetzales, superando holgadamente lo invertido en investigación, transferencia y producción de semillas de nuevas variedades en los seis años bajo estudio.

Tabla 3. Por ciento de agricultores, área y producción adicional con variedades mejoradas en Jutiapa, Guatemala, 1991-96

Años	% Agr	Por ciento de área		Producción adicional (t)
		Mejoradas	Criollas	
1991	33	26	74	1155
1992	33	30	70	1550
1993	38	36	64	1350
1994	41	42	58	1857
1995	40	38	62	2006
1996	40	35	65	2030

4.3 Origen de la semilla

La difusión de semillas mejoradas en el departamento de Jutiapa, se ha hecho principalmente a través de parcelas de transferencia con agricultores líderes, luego estos han intercambiado la semilla con otros productores y así sucesivamente, lo cual ha permitido un efecto multiplicador en cuanto al uso de nueva tecnología. Las instituciones que han propiciado este esquema de transferencia, son la Dirección General de Servicios Agrícolas (DIGESA), el ICTA, organismos no gubernamentales y agroservicios (Figura 3).

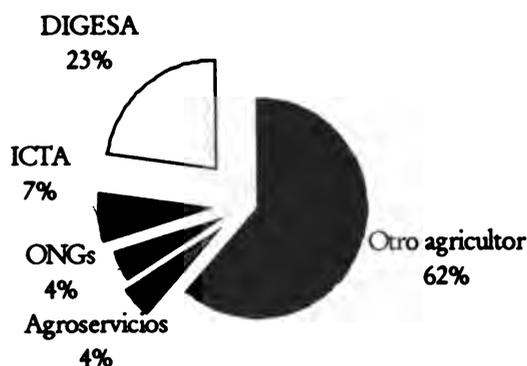


Figura 4. Forma de obtención de la semilla mejorada de frijol. Jutiapa, Guatemala.

4.4 Mejora en ingresos por cambio de variedad

Consultados los productores en relación con la importancia del frijol en la generación de ingresos, 35 por ciento de los entrevistados indicó que en los últimos años han obtenido mayores ingresos con la siembra de esta leguminosa, 62 por ciento registra que los ingresos no se han visto modificados e inclusive 3 por ciento indicó que ahora obtiene menos ingresos por cultivar frijol (Figura 4).

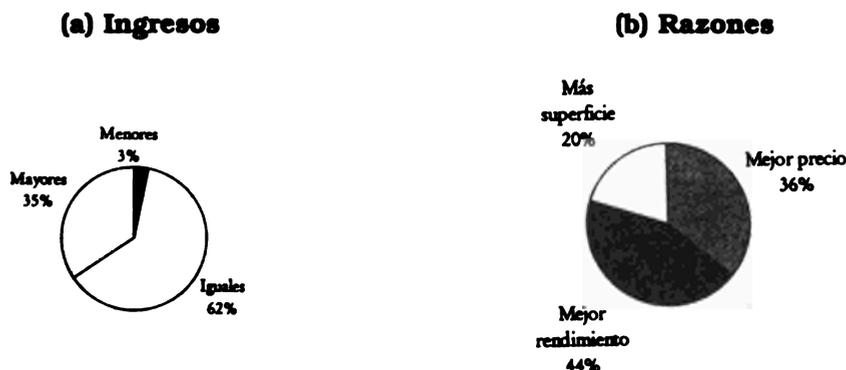


Figura 5. Cambios en el nivel de ingresos y razones percibidas por los agricultores. Jutiapa, Guatemala, 1996.

El cambio en ingresos, según los productores encuestados no es atribuible únicamente al uso de variedades mejoradas, ya que sólo 44 por ciento de los que respondieron positivamente, aseguran que se debe al cambio de variedad, lo cual se traduce en mayores rendimientos y por consecuencia mejores ingresos. 36 por ciento argumentan que se debe a que en los últimos años los precios al productor han experimentado un incremento, y 20 por ciento indicó que se debe a la expansión en el área sembrada (Figura 5).

4.5 Uso de plaguicidas

Con el uso de variedades mejoradas se espera una reducción en el uso de plaguicidas, ya que los materiales nuevos tienen un alto grado de tolerancia a enfermedades y plagas. Sin embargo, los datos que se anotan en la Figura 6, los cuales corresponden a opinión de los productores, no son tan halagadores, ya que 78 por ciento de los encuestados registra que sigue utilizando las mismas cantidades que antes, incluso, 21 por ciento indicó que utiliza más que antes y uno por ciento no invierte en este tipo de insumos. Con el afán de dar una explicación a esta situación se puede argumentar, que un buen porcentaje de productores no recibe orientación en cuanto al uso de plaguicidas, y no hacen diferenciación en cuanto al número de aplicaciones cuando se trata de una variedad mejorada o criolla.



**Figura 6. Cambio en el uso de pesticidas.
Jutiapa, Guatemala, 1996**

4.6 Uso de fertilizantes

Por tradición la tecnología varietal generada hasta ahora, ha sido para una producción con altos insumos, esto lo demuestran los datos que se anotan en la Figura 7, donde se aprecia que 75 por ciento de los productores utilizan las mismas cantidades de fertilizante que antes, 23 por ciento utiliza más y uno por ciento no invierte en este rubro. Como una estrategia en este sentido, el PROFRIJOL ha tomado la decisión de que todos los ensayos que sean sembrados a partir de postrera en 1997, no sean fertilizados sino únicamente se utilice inoculante a la semilla, con el propósito de generar variedades tolerantes a condiciones de baja fertilidad y escasez de recursos.



**Figura 7. Cambio en el uso de fertilizantes.
Jutiapa, Guatemala, 1996**

4.6 Rentabilidad social

Se siguió el enfoque de los excedentes económicos, asumiendo los siguientes supuestos:

- i. El mercado de frijol en Jutiapa es un mercado aislado y marginal, donde los productores se comportan como tomadores de precios;
- ii. Toda la producción de frijol tiene destino comercial;
- iii. El costo promedio representa el precio en que comienzan las funciones de oferta;
- iv. La función de oferta de la *i*-ésima tecnología la representa la recta que une el costo promedio y el punto de intersección de la perpendicular que se origina en la producción anual obtenida y el precio de mercado.
- v. El desplazamiento de las funciones de oferta se debe exclusivamente al cambio de variedades.

Se estimaron tres índices de eficiencia económica: Tasa Interna de Retorno, Valor Presente Neto a una tasa de costo de capital de 15 por ciento anual y relación Beneficio-/Costo a la misma tasa. Para el caso, los beneficios del año 1981 a 1986 se consideran cero, pues la mayor parte de los mismos se le atribuya sobre todo a la variedad ICTA-Ostúa, pues es, como se anotara anteriormente, la que reporta un mayor porcentaje de adopción a través de los años evaluados.

En el Tabla 3, se puede observar los valores calculados para la TIR, VAN y relación B/C. Se puede notar que los valores de la TIR, son superiores al costo de capital considerado (15 por ciento, que a su vez es superior al costo de oportunidad del capital en Guatemala para la mayor parte del período considerado en el estudio, el cual es de aproximadamente 12 por ciento).

En la columna correspondiente al VAN, se puede apreciar que todos los valores son positivos para los escenarios considerados, esto es debido a que los valores de las diferentes TIR superan al costo de capital utilizado.

Las relaciones B/C también resultaron positivas, siendo el valor más alto para el escenario IV, aún cuando no existe diferencia significativa entre los mismos. El valor del escenario IV de 6.83 indica que por cada quetzal invertido en investigación y transferencia de frijol en el departamento de Jutiapa, se obtienen 6.83 adicionales.

Tabla 3. Indicadores económicos de rentabilidad de la investigación y transferencia en Frijol para Jutiapa, Guatemala. Período 1981-96

Escenario	TIR (%)	VAN (Q. de 1988)	Razón B/C (Q. de 1988)
I	38.01	9,696,024.45	5.89
II	38.29	9,987,310.53	6.80
III	38.02	9,934,896.82	6.73
IV	38.51	10,021,047.80	6.83
Promedio	38.20	9,909,819.20	6.55

5. Conclusiones

1. En el departamento de Jutiapa se identifican tres grupos de productores, según el tipo de variedad sembrada. El grupo más grande está constituido por agricultores que utilizan sólo variedades mejoradas, un segundo grupo que hace uso únicamente de materiales criollos y un tercero que cultiva tanto variedades mejoradas como criollas.
2. Los productores obtienen entre 325 y 390 kg/ha más en rendimiento al utilizar semillas mejoradas de frijol, en comparación con variedades criollas, lo cual produjo para el departamento de Jutiapa, en el ciclo de primera de 1996, una oferta adicional de 2 030 t.
3. Los indicadores económicos de rentabilidad de la investigación y transferencia de nuevas variedades de frijol en Jutiapa, ha contribuido en forma significativa al incremento de los ingresos de los productos en aproximadamente 10 millones de quetzales en el mejor de los casos.
4. El programa de investigación y transferencia de nuevas variedades de frijol, según la relación B/C, es viable, ya que por cada quetzal invertido, se obtienen en promedio 6.6 adicionales.
5. La forma más usual para obtener semilla mejorada por parte del productor, es a través de otro productor, mediante la compra, intercambio o préstamo, lo cual constituye el medio más eficaz para difundir nuevas variedades.
6. De 1991 a 1994 se dio un desplazamiento de materiales criollos por mejorados, presumiblemente debido a la intensiva promoción de la variedad ICTA Ostúa, a través del proyecto PROGETTAPS. De 1994 a 1996, el proceso fue inverso (sustitución de mejoradas por criollas), lo cual se atribuye a la escasa promoción de nuevas variedades y a la finalización del PROGETTAPS.
7. El 35% de los agricultores encuestados registró que ahora obtiene mayores ingresos por el cultivo de frijol, sin embargo de este grupo, 44 por ciento lo atribuye al uso de variedades mejoradas y 56 por ciento al incremento en el área sembrada.
8. El uso de variedades mejoradas, no ha disminuido la aplicación de fertilizantes químicos, tampoco la utilización de plaguicidas, a pesar de los niveles de tolerancia a enfermedades y plagas que presentan las nuevas variedades.

Bibliografía

- Arndt, T.M., y V. W. Ruttan 1977. "Valuing Productivity of Agricultural Research", in Arndt, T.M., D.G. Dalrymple y V. W. Ruttan (editores), *Resource Allocation and Productivity in National and International Agricultural Research*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Lidner, R. y Jarret, F. 1978. *Supply shifts and the size of research benefits*. American Journal of Agricultural Economics. 60:48-56.
- Fontaine, E.R. 1993. *Evaluación Social de Proyectos*. Instituto de Economía Universidad Católica de Chile. Editorial Universidad Católica de Chile.

- Martinez, J.A. 1990. *Evaluación de las semillas mejoradas de maíz, frijol, sorgo y arroz, a través del PROGETTAPS, en la subregión IV-1, Jutiapa, Borrador, ICTA, Guatemala.*
- Reyes, H. M. 1997. Consulta personal.
- Trejo, M.E. 1993. *Incidencia de la comercialización de granos básicos en el desarrollo económico del departamento de Jutiapa, Guatemala.* Tesis (Ingeniero Agrónomo). Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Rafael Landívar.
- Velz, D.R. 1993. *Diagnóstico sobre la situación actual de la producción de semillas de granos básicos en Guatemala,* Tesis (Ingeniero Agrónomo). Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Rafael Landívar.
- Viana, A. 1986. *Factores que inciden en los agricultores para la adopción de semillas mejoradas de frijol en el Sur-Oriente de Guatemala, C.A.* Tesis (Ingeniero Agrónomo). Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Rafael Landívar.

EL IMPACTO DE LA SEMILLA DE FRIJOL PRODUCIDA ARTESANALMENTE: EL CASO DE COAGROSANGIL (SANTANDER, COLOMBIA)¹

Adrian Maître

1. Introducción

La semilla de buena calidad como elemento del cambio tecnológico en las fincas de pequeños agricultores ha recibido mucha atención en los últimos años. En las discusiones en torno al rol que ella puede jugar, no siempre se tiene en cuenta que la calidad de la semilla es solamente uno de los tres aspectos fundamentales de la semilla. Primero la semilla es un *insumo básico* sin el cual el agricultor no puede producir y que por ende se distingue de otros insumos como los fertilizantes o plaguicidas. Si un agricultor carece de estos últimos insumos, todavía puede producir algo. En cambio, si no dispone de semilla, está imposibilitado de seguir produciendo. La semilla adquiere así la misma importancia que la tierra y el trabajo humano (mano de obra). En este contexto definió un agricultor peruano de la zona de Cusco la "semilla" como "grano para volver a trabajar". En segundo lugar, la semilla de un cultivo representa un conjunto de *características genéticas* comúnmente llamado "variedad". Los agricultores de Cajamarca (Perú) y de Santander (Colombia) se refieren a este segundo aspecto, al decir que quieren "asemillarse" de una nueva variedad, o sea cuando tienen el plan de conseguir una cantidad inicial relativamente pequeña de semilla de una determinada variedad para multiplicarla en su finca. Tercero, un lote de semilla muestra un cierto grado de *calidad*. Los especialistas de semilla afirman que no todo grano puede ser considerado como semilla. Por lo

1 El autor obtuvo los datos que se están utilizando en este trabajo, mientras realizaba la fase de investigación de campo para una tesis de doctorado, en San Gil. Este trabajo fue supervisado por el Programa de Frijol del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y financiado por la Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo (COSUDE). El Ing. Claudio Fuentes (CORPOICA/ICA), el Sr. Isaias Velásquez y la Sra. Teresa Velásquez (ambos COAGROSANGIL), le han permitido al autor el acceso a mucha información útil, sin la cual no hubiera sido posible elaborar el presente artículo. Este trabajo es una versión más corta del informe original del estudio (Maître 1994b). Agradezco la revisión cuidadosa del presente trabajo por Martín Fischler y sus comentarios valiosos. Desde luego, asumo la responsabilidad por los errores que pueden haber quedado en el trabajo.

tanto, se estableció una diferencia conceptual así como de manejo entre semilla y grano comercial. Los proyectos de producción de semilla contemplan la necesidad de ofrecer a los productores de un determinado cultivo una semilla de buena calidad, la cual debería ser superior a los granos retenidos de la misma cosecha.

Partiendo del hecho de que los pequeños agricultores contribuyen significativamente a la producción de alimentos básicos como son el maíz, frijol, papa o yuca, tanto en América Latina en general (CIAT 1986) como en Colombia en particular (ICA 1986), se constató una baja productividad alcanzada por este sector (ICA 1986). Como una de las causas de esta baja productividad se identificó el escaso uso de semillas certificadas por el sector campesino³ y por ende el uso de semillas de "deficiente calidad" (ICA 1986)⁴. Se aspiró a mejorar esta situación mediante el desarrollo de sistemas de producción y suministro de semillas "mejoradas". Sin embargo, como el mercado de semilla de frijol no es atractivo para las empresas privadas, se ha pensado en nuevas formas de producción, de tipo "artesanal" o "no convencional", apoyándose en organizaciones de productores.

"Semilla mejorada" en este sentido se refiere a una semilla limpia o seleccionada la cual cumple con ciertos requisitos de *calidad* (genéticamente pura, libre de patógenos, físicamente pura y fisiológicamente buena) (CIAT 1980), indistintamente de la variedad. Al decir, entonces, que la semilla del agricultor es de una calidad deficiente, se hace referencia a una semilla con presencia de patógenos, de menor poder germinativo, mezclada con otras semillas etc., cualquiera que sea la variedad o el material genético.

Si una variedad (genéticamente) mejorada lo es también desde el punto de vista del agricultor y no hay suficiente semilla para poder lograr una difusión masiva de ella, efectivamente hay que buscar formas adecuadas de multiplicar la semilla con la participación de los mismos agricultores. Para el caso de la semilla de mala calidad en el sentido fitopatológico, sin embargo, vale la pena analizar primero en que se basa la afirmación de que la semilla del agricultor es mala y luego hasta que punto el suministro de una semilla limpia puede efectivamente aumentar la productividad del cultivo de frijol en una determinada zona. Esta última pregunta amerita ser examinada en vista del ejemplo importante que ha dado la cooperativa semillera COAGROSANGIL con sede en la vereda⁵ Guarigua Alto del municipio de San Gil (Santander, Colombia). El caso de COAGROSANGIL es de un particular interés debido a que se está produciendo semilla de buena calidad de una *variedad local* llamada *Radical* lo que permitiría conocer el efecto de la calidad de la semilla sin que se esté dando un efecto adicional de mejoramiento (o de una nueva variedad). Además, COAGROSANGIL ha sido nombrado en ocasión de muchos seminarios, tanto nacionales como internacionales como un caso muy exitoso de producción artesanal de semilla con pequeños agricultores⁶ sin que se haya realizado un estudio de impacto⁷.

3 El ICA (1986) habla de una absorción de un 6% de la semilla certificada (de varios cultivos) por el sector campesino ("sector tradicional"). Voysest y Pachico (1991) confirman el poco uso de semilla certificada en América Latina. Gutiérrez et al. (1992) sostienen que la semilla mejorada en el cultivo de frijol alcanza solamente niveles de utilización inferiores al 1% del área sembrada en Colombia.

4 Ruiz et al. (1978) por ejemplo estimaron una pérdida de aproximadamente 5% en los rendimientos de frijol en el Valle del Cauca (Colombia) por el no uso de semilla certificada.

5 Veredas son comunidades rurales que forman parte de municipios.

6 CIAT (1986), ICA (1986), Fuentes (1989), ICA (1992).

7 Tal como lo propuso Gómez (1986), el cual consideraba a los "estudios de adopción de tecnologías en semilla en zonas de minifundio" como una oportunidad para conocer los factores que condicionan el uso de semillas de buena calidad y contribuir al fortalecimiento de los programas de semilla para los pequeños productores.

El presente trabajo pretende dar algunas pautas en este sentido. Su objetivo principal es conocer el grado de adopción por parte de los agricultores de la zona frijolera de San Gil de la semilla de buena calidad producida por COAGROSANGIL, determinar el efecto agronómico del uso de la semilla en cuanto al rendimiento se refiere, para luego estimar el impacto que ha tenido la producción artesanal de semilla de buena calidad por COAGROSANGIL en el período de 1984 y 1993. Pero antes de empezar este análisis, se revisará la base fitopatológica para la afirmación de que la semilla del agricultor es de mala calidad.

2. La base fitopatológica de la producción de semilla limpia

Ellis *et al.* (1976a, 1976b, 1976c, 1977) han realizado varios trabajos fitopatológicos sobre la calidad de semilla de frijol⁸. El principal objetivo fue el evaluar el efecto que tenía la presencia de patógenos en la semilla sobre la *germinación* y la *emergencia*. Algunos de estos trabajos se han efectuado *in vitro*, otros en condiciones de campo experimental. En un caso, Ellis *et al.* (1976a) cosecharon en forma sistemática vainas en contacto con el suelo y vainas sin contacto con el suelo en un lote perteneciente a un campo experimental. En otros casos (Ellis *et al.* 1976b, 1976c, 1977), se obtuvo la semilla infestada en fincas de agricultores (como semilla guardada de una siembra para la otra). Las semillas infestadas (de "mala calidad") se compararon con semillas provenientes de vainas sin contacto con el suelo, semillas tratadas con fungicidas (tanto sistémicos como protectores), semilla de buena calidad producida por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y combinaciones de estos factores. La conclusión principal de todos estos trabajos fue que la semilla del agricultor era de mala calidad a raíz de su infestación por patógenos (hongos principalmente) la cual tenía un efecto adverso⁹ significativo en la germinación y emergencia de las semillas.

En una publicación importante sobre los problemas técnicos de producción de frijol común, se resumió esta y otras experiencias:

"The quality of dry bean seeds used for planting by Latin American farmers generally is low, especially among those with small land holdings." (Schwartz y Gálvez 1980: 303)¹⁰

En esta misma publicación se elaboró un listado de organismos patógenos que pueden ser portados interna o externamente por la semilla. Entre ellos se encuentra *Colletotrichum lindemuthianum*, el agente causante de la antracnosis, la cual es la enfermedad principal del frijol, variedad *Radical*, en San Gil. Se señaló, sin embargo, la dificultad que enfrenta el pequeño productor para obtener semillas certificadas por un lado y se expresó, por otro lado, la inquietud de que el uso de fungicidas en la producción de semilla limpia a nivel de finca puede ser no económico o rechazado por el agricultor (Schwartz y Gálvez

8 Véase también CIAT (1975).

9 En Ellis *et al.* (1976b) se estableció un coeficiente de correlación negativo de $r = -0.88$ entre la presencia de patógenos fungosos y la germinación de las semillas *in vitro*.

10 En la segunda edición de la obra citada (Schwartz y Pastor-Corrales 1989: 113), se insiste en la baja calidad de la semilla del agricultor. "The quality of common bean seeds used for planting by farmers in developing countries is usually low, especially among smallholders."

1980). Finalmente se dieron algunas recomendaciones técnicas sobre la producción de semilla limpia en condiciones del trópico, enfatizando la búsqueda de ambientes favorables (con poca presión de patógenos), la densidad de siembra, las evaluaciones periódicas, el control fitosanitario, el beneficio cuidadoso y el control de calidad (Schwartz y Gálvez 1980).

Con base en lo anterior se puede establecer lo siguiente:

1. Hay evidencias sobre el efecto adverso de la presencia de patógenos fungosos en la germinación y emergencia de semillas de frijol. Esta evidencia no es muy amplia (Schwartz y Pastor-Corrales 1989).
2. Tal presencia de patógenos fungosos se pudo demostrar en lotes con semilla provenientes de fincas de pequeños agricultores colombianos (Ellis *et al.* 1976 b,c,d).
3. Al sembrar semillas provenientes de vainas que no hayan estado en contacto con el suelo o semillas tratadas con fungicidas (tanto sistémicos como protectores) o semilla de buena calidad obtenida de una entidad especializada, se pudo aumentar significativamente el porcentaje de germinación.
4. Las pruebas mencionadas se realizaron *in vitro* o en condiciones de campo experimental.
5. Ninguna de las pruebas discutidas evaluó el efecto sobre el rendimiento final, es decir se evaluaron los efectos de la calidad de la semilla a nivel de la *planta* (germinación y emergencia), mas no a nivel del *cultivo* en cuyo rendimiento inciden, a parte de la semilla, muchos factores más.
6. Se constató a principios de los años 80 una falta de oferta de semilla certificada.

En vista de estos datos y dada la falta de un servicio eficiente de producción y suministro de semilla limpia o certificada para el pequeño productor, se ha venido desarrollando la idea de implementar sistemas artesanales o no convencionales de producción de semilla para mejorar esta situación.

Queremos concluir este capítulo indicando que tanto Ellis *et al.* (1976 c) como Schwartz y Gálvez (1980) - a parte de la importancia que estos autores le han dado al tema de la semilla limpia - y también Schwartz y Pastor-Corrales (1989) consideran que la forma más práctica y adecuada de mejorar la calidad de la semilla de frijol - sobre todo para el caso de los pequeños productores - es la de obtener variedades resistentes a los problemas fitosanitarios principales de una determinada zona.

3. La Producción de Semilla de Frijol en San Gil

COAGROSANGIL se fundó a finales de 1978 con la finalidad de intervenir en la comercialización de frijol (de tipo *Calima*). A partir de 1984 COAGROSANGIL se puso a producir semilla de frijol bajo la asesoría y supervisión del ICA.

En San Gil, la producción comercial de frijol es importante y existe una demanda considerable de semilla. Los técnicos del ICA/CORPOICA de la zona han sido muy claros

en decir que solamente el producto que vende COAGROSANGIL se puede considerar como semilla. Los demás vendedores de "semilla" no estarían vendiendo semilla sino grano comercial sin garantía. Por lo tanto, el ICA/CORPOICA y otras entidades han recomendado el uso de semilla de frijol producida en COAGROSANGIL (ICA 1990, Caja Agraria s.f.). Cabe subrayar que COAGROSANGIL producía principalmente semilla de la variedad local *Radical*, un frijol arbustivo de grano rojo y redondo el cual goza de una buena aceptación en el mercado¹¹.

La producción de la semilla se realizaba en campos de agricultores, socios de la cooperativa. Gutiérrez *et al.* (1992) describen este proceso así: "A los socios que se inscriben para ser productores de semilla se les hace un contrato, el cual incluye asistencia técnica por parte del ICA. Si el lote que manejó el socio es aceptado por el ICA, se le considera para semilla y pasa al proceso de beneficio en el galpón; en caso contrario es grano para consumo humano. De esta manera, el socio trabaja por contrato para la cooperativa; primero en las labores de multiplicación de semillas o producción de grano y posteriormente si lo desea en las labores de poscosecha... La cooperativa cuenta con un galpón donde se realizan labores de limpieza, selección y tratamiento y con un horno para el secado de semillas. Todos estos equipos son de tecnología artesanal, sencillos, prácticos y económicos y permiten a la empresa tener una eficiencia relativamente buena para el volumen de semilla manejado".

Cabe subrayar que al socio productor de semilla se le facilitaban todos los insumos cuyo valor se cancelaba con (una parte) de la cosecha a los 3-4 meses sin que se haya cobrado intereses. Solamente se tomaba en cuenta los eventuales incrementos de precio en los insumos ocurridos durante el ciclo de producción¹².

También se efectuaba un control de calidad a tres niveles. Primero el ICA visitaba y calificaba el lote de producción y en dado caso que fuese necesario podía descartar un semillero por no cumplir con las normas de manejo establecidas para tal fin. Segundo, la cooperativa al recibir la semilla de un determinado lote hacía muestreos de calidad. Tercero, se enviaba periódicamente muestras al laboratorio de certificación del ICA (Gutiérrez *et al.* 1992).

COAGROSANGIL compraba la semilla a un precio mayor que el del grano comercial. Por ejemplo, para el primer semestre del año 1991, se le pagó al productor de semilla un 20% más en comparación con el precio del grano comercial (480 pesos colombianos/kg en lugar de 400 Pesos colombianos/kg.) (Gutiérrez *et al.* 1992).

11 En algunos documentos del ICA (1992) o de la Caja Agraria (s.f.) se ha "identificado" el Radical con la variedad mejorada ICA TONE, liberada en 1979. Según Manuel Ríos (ICA, comunicación personal 1992) no se trata del mismo material. A raíz de una observación del grano del ICA Toné hecha por el autor antes y después de haber sido sembrado este material en Villanueva en ocasión de una prueba regional del ICA, quedaron también dudas sobre esta identificación. Además los documentos citados no mencionan el método empleado en esta identificación. Finalmente, se cuenta con los resultados preliminares de un análisis genético hecho en el CIAT con semilla de Radical, ICA Toné y Calima, según los cuales es muy poco probable que haya identidad genética entre Radical e ICA Toné (Steve Beebe, comunicación personal, 1994).

12 Teresa Velásquez, secretaria de COAGROSANGIL, comunicación personal (1994) e ICA (1986).

A partir del año 1988, la cooperativa entró en un convenio con la Caja Agraria mediante el cual se pudo comercializar una gran parte de la producción de semilla a nivel nacional. El convenio implicó un sobreprecio adicional solicitado por la Caja Agraria el cual la cooperativa tuvo que respetar en sus ventas directas. En el año 1991 se terminó el convenio "causando un duro golpe al mercado de semillas de COAGROSANGIL lo cual le hizo disminuir su producción de semilla" (Gutiérrez *et al.* 1992).

El ICA afirmó que gracias al uso de semilla de COAGROSANGIL se incrementaba el rendimiento del cultivo comercial en un 20%. Mientras el agricultor quién esté utilizando su propia semilla alcanzaba rendimientos de 1000 kg/ha, al utilizar semilla de COAGROSANGIL, el rendimiento subía a 1200 kg/ha. Con base en un cálculo comparativo de costos y beneficios en el cultivo de frijol el cual confronta la tecnología local con la tecnología recomendada por el ICA¹³, se observa un retorno marginal de 119% a obtenerse por la decisión de utilizar semilla seleccionada de COAGROSANGIL.

En ICA (1992), sin embargo, se habla de un incremento solamente "hasta en un 15%". Un incremento de 15% en el rendimiento con base en los mismos valores del caso anterior daría un retorno marginal de 64%. Si el incremento fuese de sólo 10%, el retorno marginal bajaría a 9% y sería definitivamente insuficiente para recomendar la tecnología. Por lo tanto, sería de suma importancia el poder *garantizar* al usuario de la semilla un incremento entre 15% y 20%. En el capítulo 4.3 se retomará este punto.

4. La evaluación del impacto de la semilla de COAGROSANGIL

El impacto de una tecnología se determina con base en el *grado de adopción* por los usuarios y su *efecto* a nivel técnico, económico, social y/o ecológico, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{IMPACTO} = \text{ADOPCION} * \text{EFECTO}$$

Desde luego depende del carácter de la tecnología, así como del interés del investigador, cuál efecto se quiere medir. A veces, puede ser útil o hasta necesario, medir varios tipos de efectos simultáneamente para poder juzgar adecuadamente el impacto global de una tecnología.

A continuación se mide primero el grado de adopción de la semilla de COAGROSANGIL en la zona frijolera de San Gil. Sobre este parámetro no existían todavía datos confiables. Este estudio hace la primera contribución a un mejor conocimiento sobre el nivel de aceptación de la semilla. Luego se analiza las prácticas y experiencias de los agricultores de San Gil referente a la semilla de frijol, dando énfasis a aquellos aspectos que pueden explicar el bajo grado de adopción de la semilla de COAGROSANGIL. Finalmente se indaga el efecto que la semilla de buena calidad tiene a nivel del rendimiento, lográndose de tal manera estimar el impacto de la semilla de COAGROSANGIL.

13 ICA. Creced Guanenta-Comunero. Regional 7. Costos de producción por hectárea. Cultivo: Frijol. San Gil. 1990.

Se escogió el parámetro del rendimiento por la siguiente razón. El aumento del rendimiento por el uso de semilla de buena calidad ha sido el punto de partida para la implementación del Programa de Semilla del ICA y figura también dentro de los objetivos del Plan de Semilla de COAGROSANGIL.

Para los fines de este estudio, se entiende por zona frijolera de San Gil una zona continua de los municipios de Villanueva, Barichara y algunas veredas de San Gil, donde la producción de frijol ha ganado mucha importancia en los últimos años, convirtiéndose en el cultivo principal¹⁴.

4.1 La adopción de la semilla de COAGROSANGIL por los agricultores de la zona frijolera de San Gil

4.1.1 Método

Los datos que se presentan a continuación se han obtenido mediante una revisión sistemática de los *comprobantes de ingreso por concepto de venta de semilla* de COAGROSANGIL. En el momento de la revisión, tales comprobantes estaban disponibles para los años 1985 a 1993, es decir para un período de 9 años. COAGROSANGIL dio los primeros pasos en la producción de semilla de la variedad *Radical* en el año 1984. En este entonces, cuenta el gerente de COAGROSANGIL, el Sr. Isaías Velásquez, se trajo una cierta cantidad de grano comercial de *Radical* desde Villanueva, lo cual dio origen a la producción de semilla en Guarigua Alto.

Para el año 1984 no existen comprobantes y el año 1994 apenas empezó cuando se hizo la revisión. No obstante, se obtuvo una serie de datos la cual abarca la mayor parte del tiempo durante el cual COAGROSANGIL ha venido ofreciendo su semilla a los productores interesados. Los comprobantes, generalmente, contienen información referente al nombre del comprador, la cantidad de semilla adquirida por él, la variedad de semilla, el precio, la fecha de venta y el lugar de residencia del comprador. Con base en el nombre del comprador y la información sobre su residencia, fue posible, en la gran mayoría de los casos, determinar inmediatamente si se trataba de un agricultor o de otro tipo de comprador (comerciante, técnico u otro). Los casos dudosos se analizaron con la ayuda del personal de la cooperativa. Cuando el comprador fue una entidad (ICA, Comité de Cafeteros, Secretaría de Agricultura, etc.), normalmente figuraba el nombre de la entidad en el comprobante. Con base en lo anterior, ha sido posible procesar la información haciendo uso de los parámetros (1) fecha (año), (2) tipo de comprador (agricultor - no agricultor), (3) cantidad de semilla, (4) variedad de semilla y (5) lugar de residencia del comprador.

14 Esta misma zona se caracteriza por la presencia de otras dos cooperativas frijoleras, fuera de COAGROSANGIL, las cuales no producen semilla de frijol, pero intervienen en la comercialización del grano, prestan el servicio de crédito y de maquinaria agrícola y venden también grano comercial seleccionado como semilla a los agricultores interesados.

Suponiendo - en el caso de los agricultores - que el lugar de residencia del comprador coincide con el lugar de uso de la semilla, se puede analizar la intensidad del uso de la semilla de COAGROSANGIL dentro de la misma zona frijolera de San Gil¹⁵.

Para los fines del presente estudio, se ha hecho una zonificación la cual incluye las siguientes partes: **zona 1** (zona frijolera de San Gil, incluyendo partes de San Gil, luego Villanueva y Barichara), **zona 2** (municipios cercanos a la zona 1, como son Aratoca, Curití, Pinchote y otros), **zona 3** (los demás municipios de Santander del Sur), **zona 4** (lugares fuera del Departamento de Santander del Sur) y **zona 5** (destino desconocido).

En total se procesaron 1647 comprobantes.

4.1.2 Resultados

El Tabla 1 presenta datos sobre los volúmenes de venta de semilla alcanzados por COAGROSANGIL.

Tabla 1. Ventas Anuales de Semilla por COAGROSANGIL (en toneladas)

(1) Año	(2) Cantidad Vendida	(3) Agricultores ¹⁶		(4) Instituciones y Técnicos		(5) Participación de la Variedad Radical en Ventas Totales	
		T	%	t	%	t	%
1985	17.5	6.5	37	10.9	61	17.5	100
1986	9.3	6.5	70	2.7	29	8.4	90
1987	16.8	9.9	59	6.8	41	15.3	91
1988	23.7	10.9	46	12.7	54	17.2	73
1989	31.2	14.3	46	17.0	55	22.1	71
1990	34.4	2.9	8	31.5	92	32.2	97
1991	4.7	3.2	68	1.5	32	2.2	48
1992	10.2	7.2	71	3.0	29	6.5	64
1993	11.2	5.8	52	5.4	48	7.8	70

Fuente: Archivos de COAGROSANGIL, comprobantes de ingreso por concepto de venta de semilla.

15 El método descrito se basa en dos supuestos. Primero se supone que la compra de la semilla implica su posterior uso. Efectivamente, debido al costo de la semilla se cree que quién la compre le daría también uso. El segundo supuesto es que la residencia del comprador refleje también el lugar del uso de la semilla. Nos interesa particularmente la zona frijolera de San Gil en cuyo caso es poco probable que alguien fuera de la zona haya comprado semilla en COAGROSANGIL para luego sembrarla dentro de la zona. El caso contrario según el cual un poblador de la zona frijolera de San Gil haya sembrado la semilla fuera de ella, no es problemático, puesto que se sobreestimaría entonces ligeramente el grado de adopción de la semilla para la zona de San Gil.

16 Los valores absolutos y los porcentajes se refieren a la columna (2). No siempre coincide la suma de (3) y (4) en un 100% de (2) porque en algunos años hay ventas entre 100 y 300 Kg de semilla cuyo destinatario no se pudo identificar.

Veamos primero las cifras de venta (columna 2). Con la excepción del año 1986, se nota un aumento continuo en el volumen total de semilla vendida hasta 1990. Luego se observa una caída dramática, así como una cierta recuperación en los últimos dos años sin que se haya alcanzado el volumen de los años 1989 y 1990. Esta evolución de las cifras de venta tiene que ver con el apoyo institucional que ha recibido la cooperativa. Tal como lo señala la columna 5, las instituciones siempre han comprado una parte importante de la semilla ofertada por COAGROSANGIL. Los respectivos porcentajes anuales fluctúan entre 29% y 92%. Dentro de estas instituciones han jugado un rol importante el mismo ICA, la Federación de los Cafeteros, la Secretaría de Agricultura de Santander y otros. Estos compradores e intermediarios han representado los canales de comercialización hacia fuera. Sin embargo, ha sido decisivo el convenio con la Caja Agraria, la cual apoyó fuertemente la comercialización de la semilla de *Radical*, actuando de intermediario a nivel nacional. Cuando se terminó el convenio en 1991, se produjo la caída en las ventas ya mencionada (Gutiérrez *et al.* 1992).

Al dirigir nuestra atención a la columna 6 del cuadro 1, nos podemos dar cuenta de otra tendencia interesante. Si bien la semilla de *Radical* ha dominado las ventas de la cooperativa¹⁷, ha habido años con una participación importante de semilla de otras variedades, como son *Calima (ICA 66)*, *PVA 916*, *Guarzo* y *AFR 638*. Más adelante volveremos a este importante aspecto (capítulo 5.).

Tabla 2. COAGROSANGIL. Ventas Anuales de semilla a agricultores por zona (en kg)

Año	(1) Zona I (Zona frijolera de San Gil)		(2) Zona II		(3) Zona III		(4) Zona IV		(5) Zona V	
	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%	Kg	%
1985	5247.75	80.6	740.00	11.4	62.50	1.0	0.0	—	457.25	7.0
1986	5483.25	84.0	592.00	9.1	408.50	6.3	0.0	—	47.75	0.7
1987	8521.50	85.9	805.75	8.1	498.25	5.0	6.0	0.1	87.50	0.9
1988	9518.50	87.0	970.25	8.9	379.50	3.5	77.0	0.7	0.00	—
1989	12156.00	85.3	1848.00	13.0	166.00	1.2	77.0	0.5	5.00	—
1990	2121.00	72.7	641.50	22.0	72.00	2.5	85.0	2.9	0.00	—
1991	2329.50	72.9	294.00	9.2	455.00	14.2	118.0	3.7	0.00	—
1992	3200.50	68.1	517.00	11.0	982.50	20.9	0.0	—	0.00	—
1993	2174.75	83.8	225.00	8.7	87.00	3.4	110.0	4.2	0.00	—
X(%)		80.0		11.3		6.4		1.3		1.0

Nota: Zona 1: Zona frijolera de San Gil, Villanueva y Barichara; Zona 2: Municipios cercanos a San Gil (sin Villanueva y Barichara); Zona 3: Lugares restantes de Santander; Zona 4: Otros departamentos y Zona 5: Destino desconocido.

Fuente: Archivo de COAGROSANGIL

¹⁷ Con excepción del año 1991, en el cual las ventas de semilla de *Calima* superaron las ventas de semilla de *Radical*.

Tabla 3. COAGROSANGIL. Venta de semilla a agricultores de la zona frijolera de San Gil (Zona I) y porcentaje del área cubierta con la semilla vendida

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Año	Venta de Semilla a Agricultores de la Zona I (kg)	Parte de (2) que Corresponde a la Venta a Productores de Semilla ("Semillieristas") (kg)	Venta de Semilla a Agricultores para la Producción Comercial ¹⁸ (kg)	Área Atendida por la Cantidad de Semilla Vendida ¹⁹ (ha)	Área Total Bajo Frijol en el Mismo Año ²⁰ (ha)	Porcentaje del Área Atendida por la Semilla de COAGROSANGIL ⁽⁵⁾ Referente al Área Total (6) (%)
1985	5,248	n.d.	5,248	105	2,350	4.5
1986	5,483	1,089	4,394	88	2,710	3.2
1987	8,522	1,080	7,442	149	2,800	5.3
1988	9,519	1,071	8,448	169	3,273	5.2
1989	12,156	4,690	7,476	150	6,217	2.4
1990	2,121	173	1,948	39	4,595	0.8
1991	2,330	279	2,051	41	4,275	1.0
1992	3,201	901	2,300	46	5,030	0.9
1993	2,175	688	1,487	30	[4,500] ²¹	0.7

18 (4) = (2) - (3).

19 Base del cálculo: 50 Kg de semilla por hectárea.

20 Fuente: Luna et al. (1991); ICA (1992); URPA Bucaramanga (varios años). Promedio donde no hay coincidencia.

21 Estimado del autor.

La tabla 2 presenta los volúmenes de venta de semilla a los *agricultores* por zona. A diferencia de las *instituciones* las cuales han incidido mucho en las ventas de semilla hacia fuera (véase anexo 1) , en el caso de los *agricultores* un 80% de las ventas de semillas se ha quedado en la zona frijolera de San Gil. De acuerdo con nuestro interés de analizar *el efecto que ha surtido la semilla de COAGROSANGIL dentro de la misma zona frijolera de San Gil*, nos limitaremos a continuación a esta zona. En particular, calcularemos el grado de adopción de la semilla de buena calidad dentro de los productores de frijol de San Gil, Villanueva y Barichara.

Partiendo ahora de la cantidad de semilla necesaria para sembrar una hectárea, la cual es de aproximadamente 50 kg²², se puede fácilmente determinar el área atendida cada año por la semilla de COAGROSANGIL. Además, se puede comparar este dato con la superficie total bajo frijol para cada año. Al hacer esta operación, se ve que la participación de la semilla de COAGROSANGIL nunca superó el 5.3 % del área total bajo frijol. Es más, en los últimos años este porcentaje se ha venido reduciendo para quedar alrededor de 1% entre 1990 y 1993! En términos de adopción, eso es mínimo después de una década de fomento de esta semilla.

¿Por qué la tasa de adopción de la semilla de buena calidad, ofrecida por COAGROSANGIL ha sido tan baja? Recordamos que una meta importante del Plan de Semilla de la cooperativa fue incrementar los rendimientos de la producción comercial en un 20%. Más adelante veremos que existen dudas sobre si se da o no este efecto. Eso es un factor que explica la adopción baja de la semilla producida artesanalmente.

Pero, hay otro factor al cual nos dirigimos primero y que tiene que ver con las costumbres, las experiencias y la actitud que los productores de frijol de San Gil tienen referente a la semilla.

4.2 Las prácticas locales referentes a la semilla

Una hipótesis fundamental de este trabajo es que el pequeño agricultor evita generalmente la compra de semilla de frijol por el sencillo hecho de que él mismo puede producirla. Como el campesino muy a menudo enfrenta escasez de capital, prefiere gastar su poco dinero disponible en otros insumos, los cuales no puede producir en su propia finca. Mientras el agricultor no esté plenamente convencido de la bondad de una semilla, la cual puede obtener solamente mediante una transacción monetaria o mientras no se le presente una emergencia que lo obliga a comprar semilla, no está dispuesto de gastar dinero para un insumo que puede - bien o mal - obtener en su propia finca. Esta actitud campesina ha sido un factor limitante muy serio para tantos proyectos de producción de semilla de buena calidad del cultivo de frijol.

Siguiendo una propuesta hecha por Luna *et al.* (1991), podemos especificar la anterior hipótesis en términos de las condiciones bajo las cuales un agricultor estaría del todo dispuesto a comprar semilla. Estas condiciones son:

22 Tomando en cuenta la densidad poblacional más común en la zona la cual es de unas 100'000 plantas/ha. El ICA recomienda unas 167'000 plantas/ha.

1. **Problemas de almacenamiento.** En algunas zonas, dependiendo de la incidencia de plagas y otros limitantes de almacenamiento y dadas las técnicas de almacenamiento empleadas por los agricultores, un productor puede optar por vender toda su producción después de la cosecha y comprar la semilla antes de la próxima siembra. En otras palabras, él no asume el riesgo de almacenamiento y a cambio de ello paga un cierto precio. Esta situación se puede dar también en casos de agricultores que siembran esporádicamente - no todos los ciclos posibles - y no quieren guardar la semilla por un tiempo prolongado.
2. **Poco rendimiento o mala calidad de la producción anterior.** Al obtener una producción con poco rendimiento o de mala calidad de grano, el agricultor puede atribuir la causa a muchos factores. Sin embargo, si está convencido que la causa fue la semilla y/o si teme que al volver a utilizar la semilla obtenida en esta última producción, se puede repetir la mala experiencia, podría estar interesado en comprar "por esta vez" semilla nueva. La nueva semilla no necesariamente tiene que ser certificada. (En casos extremos, por ejemplo por efectos climáticos, puede darse, incluso, una pérdida total de la cosecha lo que le resta la posibilidad al productor de guardar su "semilla".)
3. **Emergencia.** Hay momentos críticos en la economía campesina los cuales le obligan al agricultor de vender toda su cosecha, sin retener una parte como semilla, por ejemplo cuando se trate de cancelar una deuda con los ingresos de la cosecha. También puede darse que el agricultor tenga que vender la semilla ya guardada por algún imprevisto. En todo caso, al quedarse luego sin semilla como insumo básico de la producción agrícola, el agricultor está muchas veces obligado a comprarla, si no la consigue de otra manera (prestada, intercambiada por semilla de otro cultivo, etc.)
4. **Ampliación de la producción.** A un agricultor se le puede presentar una oportunidad o necesidad de ampliar la producción de frijol. Si la cantidad de semilla guardada no le alcanza para atender toda el área que se quiere sembrar y si urge conseguir la cantidad restante de semilla, la puede comprar.
5. **Acceso a una nueva variedad.** Una nueva variedad - mejorada o simplemente introducida a la zona - puede ser atractiva para el agricultor. Si no hay otra forma para conseguirla, igualmente el agricultor la compra para "asemillarse", es decir para ir multiplicando su propia semilla con base en la cantidad inicialmente comprada.

Después de haber discutido las opciones que el agricultor tiene para abastecerse de semilla de frijol y luego de haberse mencionado las razones por las cuales un productor está dispuesto a comprar semilla, queremos ver cuáles son las costumbres de los campesinos sangileños referente a la semilla. Nos basamos en dos estudios específicos que se han realizado en San Gil en los años 1988 y 1990 (Luna *et al.* 1991) y 1991/92 (van Alphen y Peters 1992).

Con anterioridad a los dos estudios mencionados, dos fuentes ya habían afirmado que la mayor parte de los productores solía guardar su propia semilla. En el caso de la vereda Limoncito del municipio de Villanueva, un 74% de los agricultores estaba guardando su propia semilla durante el año 1989 de acuerdo a Tangarife (1990) y un 67% de los productores de frijol a nivel de todo el municipio de Villanueva estaba haciendo lo mismo según Sagastume *et al.* (1989). Van Alphen y Peters (1992) encontraron que un

72% de los campesinos tenían la costumbre de guardar su propia semilla para la siembra *del año*, es decir para el primer semestre, mientras para la siembra de *atravesada* este mismo porcentaje subía a 81%. Para el caso del primer semestre, un 7% adicional indicó guardar "a veces" su propia semilla y un 5% adicional afirmó hacer lo mismo para el segundo semestre. Estos datos implican que para el primer semestre, solamente entre un 21% y 28% de los productores suele comprar su semilla y que para el segundo semestre, este porcentaje baja a entre 14% y 19%. Tal vez podemos hablar de un 20% - 25% de los agricultores quienes acostumbran comprar su semilla de frijol regularmente²³.

Según Luna *et al.* (1991), los productores que sí compran semilla lo hacen por una o varias de las siguientes razones: (a) están convencidos de la bondad de cambiar la semilla periódicamente para mantener un buen color de grano [32%], (b) no tienen una tecnología para manejar el gorgojo [32%], (c) el grano que produjeron en su última cosecha no salió bueno [18%], (d) aumentaron el área sembrado [9%] y otras razones menores.

Van Alphen y Peters (1992) dieron las siguientes razones a favor de la compra de semilla: (a) para mejorar rendimiento y calidad [38%], (b) para poder ampliar el área sembrada [29%], (c) para tener acceso a una nueva variedad [14%], (d) por problemas de almacenamiento [11%] y otras razones menores.

Una revisión de las razones identificadas por Luna *et al.* (1991) y van Alphen y Peters (1992) muestra que las condiciones arriba mencionadas aplican en el caso de San Gil.

Pero, cuáles son las razones para guardar la propia semilla, ya que el porcentaje de productores quienes implementan ésta práctica es mucho más alto?

Según van Alphen y Peters (1992), un 76% de los no compradores de semilla lo hacen por el alto costo que tiene la semilla. Además, un 26% de ellos opina que su propia semilla es mejor seleccionada o da mejor resultado. 18% teme no tener el capital necesario al momento de tener que comprar la semilla.²⁴

En el estudio de Luna *et al.* (1991), un 88% de los productores opinaba que la semilla propia era de la misma calidad que la semilla de COAGROSANGIL (el 12% restante expresó la opinión que la semilla de COAGROSANGIL era mejor).

Ahora bien, si los agricultores no estaban convencidos de que la semilla de COAGROSANGIL era de una mejor calidad, el precio se convierte en un factor aún más decisivo. Al comparar el precio de la semilla de COAGROSANGIL con el de la cooperativa vecina de Villanueva para el año 1994, constatamos que el primero (1100 Pesos/kg) quedaba un 38% por encima del segundo (800 Pesos/kg). Cabe mencionar que la cooperativa de Villanueva empezó a vender los mejores lotes de grano comercial como semilla,

23 El 20% de los agricultores podría estar sembrando - teóricamente - unas mil hectáreas de frijol (tomando en cuenta que el área total bajo este cultivo en San Gil es de unas 5000 ha). Ellas requerirían de unas 50 toneladas anuales de semilla, si todos los productores quienes compran semilla lo hubieran hecho en COAGROSANGIL. Sin embargo, la cooperativa llegó a vender en su mejor año solamente aproximadamente 8.5 toneladas a los productores de grano comercial en la propia zona frijolera de San Gil.

24 Ha sido posible mencionar más de una razón por lo cual la suma de las respuestas da más del 100%.

con un sobreprecio menor que lo que costaba la semilla de COAGROSANGIL. El resultado fue que la cooperativa de Villanueva participaba en el año 1991 por ejemplo con un 60% en el mercado de semilla de frijol, COAGROSANGIL solamente con un 2%. Un 20% fue vendido por agricultores a sus vecinos, un 5% por la cooperativa de Barichara y el resto se repartieron comerciantes de frijol de los 3 municipios de referencia.

4.3 El efecto de la semilla de COAGROSANGIL en el rendimiento del cultivo

Según datos del ICA, el rendimiento obtenido en la zona utilizando la semilla del agricultor - o también "semilla" adquirida en el mercado de grano comercial - es de unos 1000 kg/ha. Por lo tanto, el usuario de la semilla de COAGROSANGIL alcanzaría un rendimiento de 1200 kg/ha. El ICA llegó a estos datos mediante la realización de varias parcelas de demostración (Claudio Fuentes, ICA, información personal, 1990).²⁶ En las hojas de costos de producción por hectárea (tecnología local y tecnología recomendada por el ICA) que el ICA de San Gil elaboró para varios años, se encuentra que el uso de la semilla de buena calidad incrementa los costos de producción (véase anexo 2). Debido al aumento de rendimiento, sin embargo, se recuperan estos costos adicionales y se obtiene un retorno marginal de 119%, lo que se consideraría en términos económicos como suficientemente atractivo para que el agricultor pueda aceptar la nueva tecnología (CIMMYT 1988).

La idea de que se puede obtener un incremento del rendimiento mediante el uso de semilla de buena calidad en los cultivos de frijol bajo condiciones tecnológicas normales de las fincas de los pequeños productores colombianos, fue puesta en duda por Luna *et al.* (1991). En este documento se reportaron 13 estudios sobre el efecto de la semilla de buena calidad en el rendimiento del cultivo de frijol realizados principalmente en Colombia entre los años 1974 y 1983. Solamente en 3 casos se notó una diferencia de rendimiento estadísticamente significativa en favor de la semilla de buena calidad²⁶. Recordemos también que Ruiz *et al.* (1978) calcularon una pérdida de rendimiento por el hecho de no haber utilizado semilla certificada de un 5% solamente. Esta diferencia no justificaría, en condiciones de San Gil, la inversión adicional en la semilla de COAGROSANGIL. Pero, aparte de estas consideraciones generales, se cuenta también con algunos datos específicos sobre San Gil.

25 En algunos casos, sin embargo, se combinaron los factores de semilla y de manejo del cultivo en las parcelas demostrativas. En unas parcelas de demostración de los años 1990 y 1991, se comparó el efecto de los siguientes tratamientos: Tratamiento 1: semilla del agricultor + tecnología ICA en el manejo del cultivo, tratamiento 2: semilla de COAGROSANGIL + tecnología del ICA en el manejo del cultivo. El T-1 dio en promedio 1043 kg/ha, mientras el T-2 produjo 1170 kg/ha. El incremento fue de un 12%, pero en una situación distinta a la planteada inicialmente según la cual el agricultor pudiera aumentar el rendimiento de su cultivo por el solo cambio de la semilla, sin que se afecte el demás manejo del cultivo. En otro trabajo, realizado en Villanueva en el año 1989, hubo 4 tratamientos: Tratamiento 1: semilla del agricultor + gallinaza, tratamiento 2: semilla de COAGROSANGIL + gallinaza, tratamiento 3: semilla del agricultor + gallinaza y fertilizante químico, tratamiento 4: semilla de COAGROSANGIL + gallinaza y fertilizante químico. Los rendimientos fueron: T-1 555 kg/ha, T-2 705 kg/ha, T-3 648 kg/ha y T-4 722 kg/ha. En este caso, el incremento debido al uso de semilla de COAGROSANGIL (T-1 vs. T-2) fue de un 27%. Al aplicar fertilizante químico según la recomendación del ICA, el incremento (T-3 vs. T-4) fue de un 11%. El tratamiento 2 pareciera el más promisorio.

26 Vale la pena subrayar que estos datos se refieren ya al rendimiento del cultivo y al efecto que la semilla de buena calidad tiene en este importante parámetro. Los datos que se presentaron al discutir la base fitopatológica de la producción artesanal de semilla (véase capítulo 2.), se refieren al efecto de la calidad de semilla en la germinación y emergencia.

En un estudio sobre 14 parcelas de observación, es decir lotes de frijol manejados comercialmente por los agricultores y en los cuales se tomaron en forma sistemática datos sobre el manejo y el rendimiento del cultivo, Beltrán (1990) encontró un rendimiento de 909 kg/ha en lotes sembrados con semilla propia del agricultor, también 909 kg/ha en dos lotes sembrados con semilla de COAGROSANGIL y 852 kg/ha en un lote sembrado con semilla de la cooperativa de Villanueva. Luna *et al.* (1991), basándose en una encuesta con 76 agricultores obtuvieron los siguientes datos: 1129 kg/ha para lotes sembrados con semilla propia de la finca, 1046 kg/ha para lotes sembrados con semilla de COAGROSANGIL y 732 kg/ha para lotes sembrados con semilla de la cooperativa de Villanueva. Estos datos son interesantes por dos razones. Primero, contradicen la hipótesis anterior que debido al uso de semilla de COAGROSANGIL, se incrementa el rendimiento en un 15% o 20%. En realidad, se observa un comportamiento bastante similar en los rendimientos obtenidos con la semilla propia y la semilla de COAGROSANGIL.

En este contexto, es pertinente hacer uso de datos obtenidos en los archivos de COAGROSANGIL y que se refieren a niveles de rendimiento alcanzados por varios productores de semilla vinculados a la cooperativa en el semestre 1987A²⁷ (tabla 4). Además, añadimos datos tomados de Fuentes (1989) al respecto de los rendimientos promedio obtenidos en los semilleros de COAGROSANGIL durante varios años (tabla 5). Ambas series de datos nos van a confirmar las dudas expresadas por Luna *et al.* (1991) en cuanto al efecto de la semilla en el rendimiento se refiere.

Tabla 4. Plan de Producción de Semilla (Radical). 1987A.

Agricultor	Vereda	Producción (kg)	Aceptado como Semilla (kg)	Area	Rendimiento (kg/ha.)
Pastor Caballero	Guarigua Bajo	833	743	1.0	833
Ezequiel Otero	Guarigua Bajo	493	438	0.5	986
Juan Velásquez	La Flora	439	390	0.5	878
Pablo Otero	Guarigua Bajo	175	155	0.5	350
Hellodoro Ruiz	Guarigua Alto	985	880	1.0	985
Helí Camargo	Guarigua Alto	792	700	1.0	792
COAGROSANGIL	La Flora	1,752	1,562	1.5	1,168
Gil Ardila	Guarigua Alto	808	720	1.0	808
Luis Velásquez	Guarigua Alto	1,088	968	1.25	870
Pedro Gómez	Guarigua Alto	853	761	1.0	853
Hellodoro Velásquez	La Flora	2,291	2,048	2.0	1,146
David Ardila	Guarigua Bajo	745	665	1.0	745
Olivierio Velásquez	Guarigua Alto	1,131	1,009	1.0	1,131
Gustavo Velásquez	Guarigua Alto	1,993	1,779	2.0	997
Miguel Arias	Guarigua Alto	1,771	1,581	1.25	1,147
Carlos Meneses	Jobito	82	73	0.2	410
Isaías Velásquez	Guarigua Alto	947	844	1.0	947
Chepe Arias	Guarigua Bajo	1,971	1,750	2.0	986

Fuente: Archivo de COAGROSANGIL

27 Estos agricultores alcanzaron un volumen de producción de aproximadamente 17 toneladas, es decir casi la totalidad de lo que el ICA (1992) reporta como producción del año 1987. En este sentido, la información es representativa. A la vez las 20 ha de producción de semilla corresponden a tan sólo una pequeña parte (5%) de lo que en algún momento se tenía proyectado para el año 1987 (véase CIAT 1986).

Tabla 5. Plan de producción de la semilla seleccionada - COAGROSANGIL

Semestre	Area inscrita (ha)	Area Cosechada (ha)	Producción (kg)	Rendimiento (kg/ha)
1984 A	7.00	7.00	8,500	1,214 ²⁸
1985 A	16.70	15.70	18,841	1,200
1985 B	4.00	4.00	3,170	793
1986 A	23.80	17.00	15,866	933
1987 A	26.50	19.70	17,066	866
1988 A	8.80	8.50	8,709	1,024
1988 B	6.25	6.25	5,711	914

Fuente: Fuentes (1989)

La franja de rendimientos definida por la desviación estándar (841 kg/ha límite inferior y 1,143 kg/ha límite superior) en la Tabla 8 es típica para los rendimientos de la zona en condiciones normales²⁹. *Entonces, tanto el rendimiento promedio obtenido en la producción de semilla como también el rango (definido por la desviación estándar) no difieren sustancialmente de los respectivos valores en la producción comercial.* Cabe recordar que el ICA habla de 1,000 kg/ha. como rendimiento promedio obtenido en la producción comercial, mientras al utilizar semilla limpia, el rendimiento subiría a 1200 kg/ha.

Si tomamos en cuenta que los productores de semilla:

1. utilizan por obligación semilla de "buena calidad" (producida por COAGROSANGIL);
2. deben seguir las recomendaciones técnicas del ICA/CORPOICA en cuanto al manejo del cultivo se refiere;
3. producen bajo la supervisión de los técnicos, entonces, se supondría que por lo menos los rendimientos alcanzados por este grupo especial de productores deberían llegar a los 1.200 kg/ha indicados como nivel de rendimiento alcanzable al utilizar semilla seleccionada. Pero como hemos visto, los rendimientos promedio de este grupo quedan entre 900 kg/ha y 1,000 kg/ha, al igual que los rendimientos de producción comercial en la zona³⁰.

28 Dato corregido en vista de un error en la fuente (la cual tiene un valor más bajo).

29 Si no se presenta un año seco como en 1992.

30 Beltrán (1990): X = 905 Kg/ha. SD = ±193 Kg/ha.
 Luna et al. (1991): X = 1,014 Kg/ha.
 Maître (1991): X = 983 Kg/ha.
 Maître (1994): X = 930 Kg/ha. SD = ± 408 Kg/ha.
 ICA (1987): X= 800 - 1200 kg/ha (rango)

Si el grado de adopción de la semilla de COAGROSANGIL ha sido de 1% en los últimos años y si el efecto en el rendimiento es dudoso, tendríamos - y eso representa el resultado principal de este estudio - según la fórmula "impacto= adopción * efecto" - un impacto mínimo en la zona. El Plan de Semillas de la cooperativa COAGROSANGIL no ha cumplido su objetivo, aumentar la producción y la productividad del cultivo de frijol, inicialmente en la zona de San Gil. Es más, el uso de la semilla de COAGROSANGIL tiene incluso dos efectos negativos. Primero, incrementa los costos de producción. En segundo lugar, tanto en la producción como en el beneficio posterior de la semilla, se recurre al uso de fungicidas para controlar la antracnosis y para tratar la semilla. Ello no es compatible con las metas de la producción sostenible según la cual habría que pensar cada día más reducir el uso de plaguicidas³¹. En cierta medida, al haber puesto tanto énfasis en la producción de una semilla de buena calidad de una variedad genéticamente susceptible a la antracnosis, lo que obligaba a hacer uso de fungicidas, se postergó la búsqueda enérgica de un material genéticamente resistente a la enfermedad. La resistencia genética es la mejor alternativa para solucionar problemas fitosanitarios en el contexto de la pequeña producción campesina, tal como lo manifestaron los fitopatólogos citados en el apartado 2.

Ahora bien, si el éxito de COAGROSANGIL realmente ha sido tan limitado en cuanto al impacto de la semilla de buena calidad en la zona frijolera de San Gil se refiere, a qué se debe, entonces, la larga historia de COAGROSANGIL? Por qué no ha desaparecido simplemente esta cooperativa, si su producto principal, la semilla de buena calidad aparentemente no es tan bueno como se lo presentaba?!

4.4 ¿Por qué COAGROSANGIL se pudo mantener durante muchos años?

Hay cinco razones por las cuales COAGROSANGIL ha podido mantener sus actividades en el área de producción y suministro de semilla de frijol durante 10 años e incluso adquirir una buena reputación, a pesar de la falta de impacto en la propia zona productora de frijol de San Gil. En primer lugar se ha visto que COAGROSANGIL ha venido vendiendo la mayor parte de la semilla producida hacia afuera. La participación de las demás zonas productoras en las compras de semilla en COAGROSANGIL ha sido de unos 50% a lo largo de los años. En este proceso han intervenido varias entidades, como la Caja Agraria, la Federación de Cafeteros, el mismo ICA y otras más. Este hecho, lejos de haberse producido en los últimos años, se ha dado desde los primeros momentos³² y puede estar relacionado con dos aspectos importantes. Por un lado, el poco éxito que han tenido las ventas de semilla de buena calidad de la variedad Radical en la misma zona productora de San Gil, obligó a COAGROSANGIL a buscar otros mercados. Por otro lado se podría formular la hipótesis de que la aceptación que ha tenido la semilla de COAGROSANGIL en estos otros mercados no se debía tanto a la supuesta buena calidad, *si no a la introducción de una variedad muy cottizada en los mercados de grano*

31 Además, como la variedad Radical es genéticamente susceptible, aún usando la semilla de buena calidad de COAGROSANGIL en la producción comercial, se tiene que recurrir muy a menudo al control químico de la antracnosis.

32 En CIAT (1986: 220) se puede leer al respecto: "El Plan se proyectó inicialmente, para influir en el área productora de frijol de la zona pero actualmente se está influyendo sobre agricultores de otras regiones, como Bucaramanga, Girón, Barbosa, Cúcuta y Pamplona."

comercial en Colombia y para la cual había una demanda de parte de productores de otras zonas en las cuales no se disponía todavía de esta "semilla" en el sentido de material genético. Gracias a la intervención de las entidades mencionadas, se pudo prestar un servicio de suministro oportuno de semilla de una variedad deseada por los productores. Indudablemente, eso es un logro de COAGROSANGIL y de las entidades que han intervenido en este proceso, a pesar de que no haya coincidido con el objetivo inicialmente propuesto, según el cual se buscó incrementar la productividad del cultivo de frijol mediante el uso de semilla de buena calidad.

El segundo factor que le ha permitido a la cooperativa mantener sus actividades semilleristas tiene que ver con la posibilidad de vender los sobrantes de la producción de semilla sencillamente como grano comercial. Al no haberse vendido la totalidad de la semilla producida como tal, se optó - cualquiera lo haría - por vender los excedentes como grano comercial.

El tercer factor que intervino en las ventas de semilla a agricultores dentro de la zona productora de frijol de San Gil fue la disponibilidad oportuna de semilla. Es interesante ver que la mitad de la semilla se ha vendido en todos los años principalmente a agricultores de unas pocas veredas como Guarigua Alto, Guarigua Bajo, La Flora, Santa Elena o San José. Estas veredas están ubicadas alrededor de la cooperativa, de tal manera que a sus habitantes les quedaba fácil comprar semilla allí, sin invertir mucho tiempo en esta transacción. El tabla 6 agrupa las veredas cercanas a COAGROSANGIL.

Tabla 6. Participación de las veredas Guayabal, San José, Santa Elena (Barichara), Guarigua Alto, Guarigua Bajo y La Flora (San Gil) en las ventas de semilla (todas las variedades) en la zona frijolera de San Gil (Zona I). 1985-1993.

(1) Año	(2) Ventas totales en la Zona I (Zona frijolera de San Gil)	(3) Ventas a las Veredas cercanas a COAGROSANGIL	
		Volumen (kg)	Porcentaje de (2)
1985	5248	5248	5248
1986	5483	5483	5483
1987	8522	8522	8522
1988	9519	9519	9519
1989	12156	12156	12156
1990	2121	2121	2121
1991	2386	2386	2386
1992	3201	3201	3201
1993	2175	2175	2175

Un cuarto factor que explica, más que todo, la disposición de muchos agricultores alrededor de la sede de COAGROSANGIL de inscribirse en el plan de producción de semilla, es el hecho de que estos últimos han recibido subsidios y un mejor precio de venta para su producto. Los productores de semilla han tenido acceso a prácticamente todos los insumos (semilla, agroquímicos) en calidad de crédito en especie y sin intere-

ses! Los semilleros devolvieron el valor de los insumos prestados con una parte de la cosecha. El único ajuste que se les hacía fue el incremento de precio de mercado del respectivo insumo en dado caso que haya subido entre la fecha de la entrega del insumo y la fecha de la devolución. Obviamente, un agricultor puede mostrar interés en la producción de semilla por estas ventajas económicas (prestamo sin interés, mejor precio para el producto), además de la asistencia técnica sin costo alguno de parte del ICA.

En quinto lugar hay que tomar en cuenta el número relativamente grande de entidades - Gutiérrez *et al.* (1992) mencionan once - que han venido apoyando a la cooperativa en diferentes áreas (asesoría técnica, crédito, comercialización, electrificación, salud, organización y otras).

Finalmente, de una cierta manera el éxito de COAGROSANGIL es también producto de la publicidad que se le ha venido haciendo a la cooperativa en los distintos foros a nivel nacional e internacional. La idea de producción artesanal de semilla necesitaba de ejemplos exitosos. En este contexto, COAGROSANGIL ha servido como un caso que se ha presentado tantas veces como muy exitoso que ya nadie se preocupaba por estudiar el impacto de la cooperativa en la misma zona productora de frijol de San Gil.

5. Conclusión

Concluimos que la adopción de la semilla de buena calidad de frijol, ofertada por COAGROSANGIL, ha sido mínima y su impacto prácticamente nulo.

COAGROSANGIL se mantuvo por las ventas de semilla a otros lugares fuera de San Gil, las ventas de los sobrantes de semilla como grano comercial, el apoyo sustancial de parte de muchas entidades a lo largo de los años y una publicidad ocasionada por la necesidad de poder contar con casos exitosos de producción artesanal de semilla.

Los productores evalúan su propia semilla, es decir, aquella parte de su producción comercial la cual retienen para volver a sembrar, como de la misma calidad que semillas de otras fuentes (COAGROSANGIL, otras cooperativas, comerciantes). En vista de esta opinión y debido al incremento en los costos de producción en el cual deben incurrir los agricultores al adquirir la semilla de COAGROSANGIL, no sorprende el bajo grado de adopción de la semilla de buena calidad.

El efecto de la semilla de COAGROSANGIL en el rendimiento ha sido sobreestimado durante mucho tiempo. Luna *et al.* (1990) han sido los primeros en ponerlo en duda. Pero, nunca se había establecido ensayos agronómicos específicos para detectar el efecto de la semilla de COAGROSANGIL en el nivel del rendimiento. Muchos de los ensayos realizados por el ICA se han manejado como parcelas demostrativas, observándose muy a menudo cambios de otros factores (fuera del origen de la semilla) entre el tratamiento con y el tratamiento sin semilla de buena calidad.

La semilla de buena calidad es tan solo un factor que puede incidir en el mayor o menor éxito de la producción. El clima, el tipo de suelo, la fertilización, la realización oportuna de las labores culturales, los precios de los insumos y del producto final y otros factores influyen igualmente o con mayor peso en el resultado final de la producción. Por lo tanto, es incorrecto pensar que el solo uso de semilla de buena calidad pueda tener

un efecto tan claro en los rendimientos. Además, en el caso de San Gil, la variedad local de frijol se caracteriza por una alta susceptibilidad a la antracnosis. *Esta susceptibilidad es genética y su efecto negativo sobre el rendimiento no se elimina mediante la producción de semilla libre del patógeno.* Debido a la amplia difusión del cultivo existen ya muchas fuentes de inóculo en los campos por lo que se da fácilmente una infestación del cultivo aún en terrenos que hayan sido sembrados con semilla de buena calidad. Entonces, aparte de no cumplir con el objetivo de incrementar el rendimiento del cultivo, la estrategia de producción de semilla limpia de una variedad de frijol local, aumenta los costos de producción.

Pero ¿cuál sería la alternativa? Parece que la solución más acertada es la obtención de líneas promisorias de frijol resistentes a la antracnosis mediante mejoramiento genético. Tal vez por haberse optado por el trabajo de semilla de buena calidad, el ICA ha postergado el inicio de una búsqueda enérgica de materiales genéticamente mejorados que puedan sustituir al Radical. Cabe subrayar que los productores, cada vez que se les presentó una oportunidad, han venido comprando a COAGROSANGIL, semillas de otras variedades (o líneas). Esto demuestra claramente que hay un potencial para el mejoramiento genético y que quizás los productores podrían preferir esta solución a la de la semilla limpia.

El reto para COAGROSANGIL no debía haber sido producir semilla de buena calidad, sino más bien, producir semilla de una buena variedad.

Bibliografía

- Beltrán, Jorge. Evaluación de tecnologías para agricultores. Caso del sistema de frijol en San Gil, 1990. CIAT. 1990.
- Caja Agraria. Cresemillas. Semilla de Frijol Radical. Bogotá. s.f.
- CIAT. Informe Anual. 1975. Sistemas de producción de frijol. Fitopatología. Cali. 1976.
- CIAT. Semilla de Frijol de Buena Calidad. Cali. 1980.
- CIAT. Semilla mejorada para el pequeño agricultor. Segunda Reunión. Cali. Septiembre 22- 26. 1986.
- CIMMYT. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos. México. 1988.
- Ellis, M.A. *et al.* Effect of pod contact with soil on fungal infection of dry bean seeds. En: Plant Disease Reporter, 60(11), 1976a: 974-976.
- Ellis, M.A. *et al.* Hongos internamente portados por la semilla y calidad de la semilla de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cosechado en fincas de pequeños agricultores en cuatro departamentos de Colombia. En: Noticias Fitopatológicas, 5(2), 1976b: 79-82.
- Ellis, M.A. *et al.* Efecto de tres fungicidas sobre la germinación de semilla infectada de frijol (*Phaseolus vulgaris*). En: Turrialba, 26(4), 1976c: 399-402.
- Ellis, M.A. *et al.* Efecto del tratamiento de semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) de buena y mala calidad sobre la germinación en condiciones de campo. En: Turrialba, 27(1), 1977: 37-39.
- Fuentes, Claudio. Plan de Producción de Semilla Seleccionada de Frijol por el Pequeño Agricultor. CRECED Guanentá-Comunero. San Gil, Santander. Colombia. En: Taller Centroamericano sobre Sistemas de Producción y Distribución de Semilla de Frijol para Pequeños Agricultores. Juliapa, Guatemala. Julio 24-28, 1989. PROFRIJOL, Documento 89-4. San José. pp. 86-95.

- Gómez, Fernando. Programa Colombiano de Producción de Semilla para el Pequeño Productor. En: CIAT (1986). pp. 101-121.
- Gutiérrez, Uriel et al. Caso de la Cooperativa Agropecuaria de San Gil Ltda "Coagrosangil"- Colombia. En: ICA-Regional 7. Creced Guanentá-Comunero. Curso Nacional sobre Producción de Semilla de Frijol a pequeña escala. San Gil. Junio 24-26, 1992. pp. 17-39.
- ICA. Programa de producción de semilla para el pequeño agricultor. Resumen del trabajo presentado por el ICA en el Segundo Seminario Internacional sobre Semilla Mejorada para el Pequeño Agricultor realizado en el CIAT del 22 al 26 de Septiembre de 1986.
- ICA. Regional 7. Creced Guanentá-Comunero. Memorias del Curso Nacional sobre Producción de Semilla de Frijol a Pequeña Escala. San Gil, junio 24-26, 1992.
- Luna, Carlos et al. El papel de la semilla de frijol Radical en Santander, Colombia. CIAT. 1990.
- Luna, Carlos et al. Farmers' attitudes toward bean seed: Evidence from the Santander Department in Colombia. En: Henry, Guy. Adoption and Impact. CIAT. Working Document No. 93. Cali. 1991.
- Maitre, Adrian. Informe de Viaje a San Gil. CIAT. San Gil. Basel. 1990b.
- Maitre, Adrian. Análisis de datos sobre la producción de frijol en Villanueva y Barichara. San Gil. 1991.
- Maitre, Adrian. La antracnosis en la zona frijolera de San Gil. CIAT. San Gil. 1992.
- Maitre, Adrian. Mejoramiento de frijol (*Phaseolus vulgaris*) para San Gil: El caso de la línea promisoría AFR 638 y la aceptación por los productores. In: CIAT. CORPOICA. Memorias de la Primera Reunión de Agroecología y Producción Sostenible en San Gil (Santander, Colombia). CIAT. Documento de Trabajo No. 135. Cali. 1994a.
- Maitre, Adrian. El impacto de la Semilla de Frijol Producida Artesanalmente: El Caso de COAGROSANGIL (Santander, Colombia). Informe. CIAT. Cali. 1994b.
- Ruiz de Londoño, Norha et al. Factores que limitan la productividad de frijol en Colombia. CIAT. Cali. 1978.
- Sagastume, Boanerges et al. Diagnóstico de la producción de frijol en el distrito de Villanueva, Santander, Colombia. 1989. CIAT . 1989.
- Schwartz, Howard. Gálvez, Guillermo. (Eds.) Bean Production Problems. Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of *Phaseolus vulgaris*. CIAT. Cali. 1980.
- Schwartz, Howard. Pastor - Corrales, Marcial. (Eds.) Bean Production Problems in the Tropics. CIAT. Cali. 1989.
- Tangarife, Aida. Aspectos socioculturales en transferencia de tecnología [en Villanueva, Santander]. Tesis. Universidad de Antioquía. Medellín. 1990.
- Van Alphen, Rian. Peters, Conny. Demanda de Semilla de Frijol: Implicaciones para su Mercado. CIAT. Universidad Wageningen. Cali. Wageningen. 1992.
- Voysest. O. Pachico, D. Análisis de la Problemática de la Producción y Suministro de Semillas de Frijol en América Latina. En: RELEZA II. CIAT. Cali. Junio 24-29, 1991. pp. 101-110.

ANEXO 1

ICA. COSTOS DE PRODUCCION POR HECTAREA. FRIJOL. 1990

Concepto	Und	Cantidad		Valor Unitario	Valor Total		
		Tecnología Local	Tecnología ICA		Tecnología Local	Tecnología ICA	
1. Costos Directos							
1.1 Insumos							
Semilla	Kg	70.00	70.00	TL. 336 T.ICA. 700	23,520.00	49,000.00	
Fertilizante	Bulto	6.00	6.00	5,625.00	33,750.00	33,750.00	
Insecticida	Libra	8.00	8.00	378.00	3,024.00	3,024.00	
Fungicida	Kg	0.60	0.60	13,500.00	8,100.00	8,100.00	
Empaque	Costal	20.00	24.00	285.00	5,700.00	6,840.00	
1.2. Preparac. Terreno	Hora	12.00	12.00	3,000.00	36,000.00	36,000.00	
1.3. Mano de Obra	Jornal	68.00	68.00	1,380.00	93,840.00	93,840.00	
1.4. Otros Costos							
Transp. al mercado	Fletes	15.00	20.00	70.00	1,050.00	1,400.00	
A Subtotal Costos Directos					204,984.00	231,954.00	
2. Insumos							
Intéreses (a 1.3 por 8 meses)					21,318.34	24,123.22	
Administración (5% de A)					10,249.20	11,597.70	
B. Subtotal Costos Indirectos							
C. Total Costos							
Produc. Obtenida	Kg	1,000.00	1,200.00				
Precio producto	\$			336.00			
Ingreso bruto	\$				336,000.00	403,200.00	
Ingreso neto	\$				79,448.46	115,525.08	
Rentabilidad (tasa)	%				23.65%	28.65%	
					B/C	0.31	0.40

Nota: Versión resumida y ligeramente corregida por el autor.

ADOPCION DE VARIEDADES DE MAIZ TOLERANTES AL ACHAPARRAMIENTO EN LA REGION II DE NICARAGUA

*Roberto Munguía, Mario Jauregui
y Gustavo Sain*

Resumen

La enfermedad conocida como achaparramiento ha sido uno de los problemas más serios en la producción de maíz en el occidente nicaragüense. Como resultado de los esfuerzos colaborativos ente Nicaragua, El Salvador, México y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), en 1984 se liberó comercialmente la variedad tolerante NB-6. Posteriormente, en 1987, se liberó la variedad NB-12, a partir del trabajo conjunto de la Misión Técnica Agrícola de la República de China en Taiwán y el Programa Nacional de Maíz de Nicaragua. Ambas variedades fueron generadas con un alto grado de tolerancia al achaparramiento.

En 1993 se estudió el grado de adopción de estas dos variedades mejoradas tolerantes (VMT) en la Región II de Nicaragua. Para el estudio se tomó una muestra de 109 agricultores, los cuales fueron entrevistados sobre la tecnología de producción de maíz y sus preferencias respecto a las VMT.

La información se recolectó mediante una encuesta en las localidades de El Viejo (Pentecaltepe, El Bejuco y Tonalá), Chinandega (El Limón, La Bolsa, La Grecia y Los Millonarios), Chichigalpa (Cosmapa, Los Ebanos, Las Parcelas y Las Nubes), Posoltega (El Tololar y El Bosque), Telica (Cristo Rey y Las Marias), El Sauce (La Palma y Polos de Desarrollo) y León (Abangasca, Los Tololos, Punta Arenas, Las Mercedes, Troilo y El Paciente).

Se encontró que la variedad NB-6 está ampliamente difundida en la región y su uso es más importante en la siembra de *postrera*, mientras que la NB-12 es poco usada. La tendencia de los agricultores en los últimos años ha sido abandonar el uso de la variedad NB-6 por variedades criollas en la época de *primera* y aumentarlo en *postrera*. El efecto combinado de ambas tendencias es una curva de adopción típica en la que se alcanza 56% de adopción, es decir, entendida ésta como la siembra de las VMT en al menos una de las dos épocas.

El proceso de desadopción en primera, época con mayor riesgo de sequía que la postrera, estaría relacionado con diferentes factores. Se destaca la disminución de la incidencia de la enfermedad por la gran reducción del área de maíz bajo riego, acompañado esto con la mayor tolerancia a sequía de los materiales criollos, la restricción del crédito para los pequeños productores y las preferencias de consumo.

Por otra parte, el aumento general en el uso de VMT que está asociado con un aumento particular en las siembras de postrera, se explica por el mayor rendimiento de los materiales. Esto permite a los agricultores vender los excedentes de producción, sobre todo en sistemas de monocultivo de maíz.

1. Antecedentes y Objetivos

Uno de los problemas que más afectan a la producción de maíz en Nicaragua es la enfermedad conocida como achaparramiento o *lapeado*, la cual puede causar pérdidas de productividad del 70 al 100% en los casos más severos. En 1986 esta enfermedad causó la pérdida de 52 000 toneladas métricas (23.5% de la producción total de maíz), valoradas en US \$9.7 millones (MAG 1986). La enfermedad es causada por un espiroplasma (CCS) y un micoplasma (MBSM), los que se transmiten por medio de la chicharrita del maíz, *Dalbulus maidis*. Cuando la planta es afectada presenta una variedad de síntomas tales como, reducción de la longitud internodal del tallo, cambios de coloración en el follaje de la planta, modificaciones morfológicas de las partes florales, mazorcas delgadas y largas, con brácteas en forma de oreja en el extremo apical, en casos severos las mazorcas tienen pocos granos y finalmente las plantas mueren en poco tiempo.

En 1974, dada la creciente importancia de la enfermedad del achaparramiento, el Programa de Investigación de Maíz del entonces Centro Nacional de Investigación de Granos Básicos, inició el trabajo de investigación dirigido a la producción de materiales tolerantes a la enfermedad. Estos esfuerzos de colaboración entre Nicaragua, El Salvador, México y el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), tuvieron fruto en 1984, cuando se liberó comercialmente la variedad NB-6 (Santa Rosa 8073), la cual presenta un buen nivel de tolerancia al achaparramiento. En 1987 se liberó la variedad NB-12 (Santa Rosa 8576), la que se formó con germoplasma generado por la Misión Técnica Agrícola de China, en colaboración con el Programa Nacional de Maíz de Nicaragua. Esta variedad posee mayor nivel de tolerancia al achaparramiento que la variedad NB-6. Por lo tanto, bajo fuerte presión de la enfermedad, rinde más (Miranda 1990; Borbón *et al.* 1992).

El éxito del programa de investigación fue tal que en el ciclo 1988-89, 82% de la superficie destinada para semilla de la Empresa Productora de Semillas de Nicaragua (EMPROSEM) se sembró con la variedad NB-6 y, para el período 1989-90, la superficie para producción de semilla de NB-6 y NB-12 representó el 86%. La Tabla 1 presenta el origen, las características más destacables y el año de liberación comercial de las principales variedades liberadas por el programa en la década de los 80.

Tabla 1. Origen de las variedades NB-6, NB-12 y otras liberadas por el Programa Nacional de Investigación de Maíz de Nicaragua

Nombre	Origen	Característica principal	Año de liberación
NB-12 (Santa Rosa 8576)	Población 76 (tropical intermedio blanco cristalino) + germoplasma cubano y local	Muy buena tolerancia Rendimiento: 2254 kg/ha	1987
NB-6 (Santa Rosa 8073)	Población 73 (tropical blanco tardío dentado)	Buen nivel de tolerancia Rendimiento: 2093 kg/ha	1984
NB-100 (Jutiapa 7930)	Población 30 (blanco y cristalino)	Precoz (florece a los 43-45 días). Susceptible	1982
NB-4 (Poza Rica 7822)	Población 22 (mezcla tropical blanca)	Susceptible	1980
NB-5 (La Máquina 7843)	Población 43	Susceptible	1980
NB-3 (La Máquina 7422)	Población 22 (mezcla tropical blanca)	Susceptible	1978

Fuente: Adaptado de Borbón et al. 1992.

2. Descripción del Area de Trabajo

La Región II de Nicaragua, se encuentra ubicada en la costa nor-occidental del país entre las coordenadas 13° 19' y 11° 59' de latitud norte, y 87° 41' y 86° 17' de longitud oeste, con una superficie de 10 034 km² y una población de 800 000 habitantes. La Región II está constituida por los departamentos de León y Chinandega, con los siguientes límites: al norte la República de Honduras, al sur el departamento de Managua, al oeste el Océano Pacífico y al este los departamentos de Esteli y Matagalpa.

La Región II representa entre 12 y 15% de la producción total nacional, y la superficie destinada a este cultivo significa entre 8 y 10% del total sembrado a nivel nacional. En la zona de estudio se presentan dos siembras de maíz durante el año. La primera época de siembra se conoce como *primera* y comprende el periodo de mayo hasta la primera quincena de julio, recolectándose la cosecha en setiembre. En esta época se presenta un período seco o canicular entre la segunda quincena de julio y la primera quincena de agosto, la que afecta negativamente al cultivo. Así, hay cierta preferencia en la siembra de materiales criollos, los cuales son resistentes a la sequía (Marín 1988).

La segunda época de siembra se conoce como *postrera*. Inicia en agosto, a partir de la segunda quincena, y los agricultores cosechan en diciembre y enero. En general, esta época es la más importante en superficie de siembra. Sin embargo, en este estudio la superficie sembrada en la época de primera fue mayor que la reportada para la siembra de postrera. A su vez, se da cierta tendencia a sembrar variedades mejoradas durante esta época, ya que las posibilidades de sequía son menores y, por lo tanto, el riesgo de pérdidas es menor.

El marco de estudio lo constituyeron aquellos agricultores que sembraron maíz en la siembra de postrera de 1993, debido a que era la siembra que estaba al momento de realizar la encuesta, y los agricultores ya habían cosechado y vendido parte de su producción. Debido a que en la región no se tenía información para definir con precisión

la población de interés, previo a la encuesta se realizó un censo en las localidades donde las variedades sujetas a evaluación (NB-6 y NB-12) habían sido difundidas, obteniéndose un total de 1 522 productores, distribuidos en 18 localidades (Tabla 2).

La muestra seleccionada fue de 109 productores de maíz, la que fue distribuida de acuerdo con la importancia relativa de las localidades en cuanto a número de agricultores. Para definir el tamaño de la muestra se tomaron en cuenta los factores de homogeneidad de la información brindada por los agricultores y el tiempo previsto para la recolección y el análisis de los datos.

La encuesta consistió de 53 preguntas y 199 variables, distribuidas en cinco secciones: Una sección evalúa las características del cultivo de maíz en la época de primera de 1993. Otra sección evalúa las características del cultivo de maíz en la época de postera del mismo año. La tercera sección evalúa la historia de la difusión de las variedades tolerantes en el período de 1988 a 1992. En la cuarta sección se analizan las ventajas y desventajas de los materiales tolerantes, según el agricultor, tanto desde el punto de vista agronómico como de las preferencias de consumo. La cuarta sección también trata de aclarar las razones del por qué las variedades no son sembradas por aquellos agricultores que las conocen. La quinta y última sección incluye información general sobre el productor y su finca, y sobre los cultivos que generan más ingresos.

**Tabla 2. Distribución de los productores por departamento y localidad.
Región II, Nicaragua.**

Zonas y municipios	Comunidad	Número de productores	Zonas y municipios	Comunidad	Número de productores
El Viejo	Pentecaltepe	291	Telica	Cristo Rey	21
	El Bejuco	54		Las Marias	80
	Tonalá	56		El Sauce	La Palma	40
Chinandega	El Limón	30	León	Polos de Desarrollo	92
	La Bolsa	80		Abangasca	35
	La Grecia	72		Los Tololos	108
	Los Millonarios	24		Punta Arenas	9
Chichigalpa	Cosmapa	91	Las Mercedes	2	
	Los Ebanos	180	Trollo	37	
	Las Parcelas	65	El Paciente	11	
	Las Nubes	94			
Posoltega	El Tololar	14			
	El Bosque	36			
Sub total, Chinandega		1 087	Sub total, León		435
Total, Región II					1 522

3. Características de las Unidades de Producción

3.1 Tamaño de las fincas

El tamaño promedio de las fincas estudiadas es 18.9 ha, con una desviación estándar de 3.61 ha. La media incluye algunos valores extremos expresados por los agricultores al momento de la entrevista, especialmente por las fincas de cooperativas con superficies

de hasta 266 ha, y valores mínimos de hasta 0.17 ha de agricultores no asociados en cooperativas. El valor modal fue de 7.0 ha. Estos valores indican que, a excepción de las cooperativas incluidas en la muestra, la mayor parte de los productores se pueden considerar pequeños y medianos en cuanto al tamaño de sus fincas. La superficie total de las fincas incluidas en la muestra es de 2 066 ha.

3.2 Cultivos más importantes

De acuerdo con la información brindada por los agricultores, los cultivos más importantes en términos de ingresos en las localidades incluidas en el estudio son maíz (29,6%), ajonjolí (21,3%) y arroz (21,3%). Con menor importancia se mencionó el sorgo (13%). Otros cultivos mencionados (8,3%) fueron algodón, plátano, sorgo millón y tomate. El detalle se puede apreciar en la Tabla 3.

Tabla 3. Cultivos más importantes para los productores que sembraron maíz

Cultivo	Primer cultivo		Segundo cultivo	
	Número de productores	%	Número de productores	%
Maíz	32	29,6	52	52,5
Arroz	23	21,3	9	9,1
Ajonjolí	23	21,3	15	15,2
Sorgo	14	13,0	8	8,1
Frijol	7	6,5	3	3,0
Otro	9	8,3	12	12,1
ND*	1	—	10	—
Total	109	100,0	109	100,0

* ND = No hay dato porque el agricultor no respondió

El hecho de mencionar al maíz como el cultivo más importante explica el uso de las variedades tolerantes en la postrera, debido a su alto rendimiento y al menor riesgo de pérdidas por sequía, la que es menos probable en esta época de siembra.

Cuando se les preguntó a los agricultores por el segundo cultivo más importante, mencionaron maíz (52,5%), ajonjolí (15,2%), arroz (9,1%) y otros cultivos que no se identifican en la encuesta (12,1%). Sorgo y frijol también fueron mencionados, pero con menor importancia.

Combinando las respuestas referidas al primer y segundo cultivo de importancia, el maíz es mencionado como el cultivo más importante (82,1%), es decir, que les proporciona mayores ingresos a los pequeños y medianos agricultores de la Región II. La información de la Tabla 3 también evidencia la importancia de la producción de granos básicos en las localidades en que se realizó el estudio.

4. Descripción de las Parcelas de Maíz de Primera

4.1 Tenencia de la tierra

La tenencia de la tierra ha sido un factor importante mencionado en la literatura sobre adopción de nuevas tecnologías agrícolas. El mayor porcentaje lo registran las parcelas de agricultores individuales (46.4) y colectivos con título de propiedad (28.6%). Los otros tipos de tenencia se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Forma de tenencia de las parcelas de maíz.

Forma de tenencia	Parcelas de primera		Parcelas de postrera	
	Número de productores	%	Número de productores	%
Individual con título	39	46,4	50	48,5
Individual sin título	10	11,9	13	12,6
Colectiva con título	24	28,6	28	27,2
Arrendada	8	9,5	9	8,7
Prestada	3	3,6	3	2,9
ND*	25	—	6	—
Total	109	100,0	109	100,0

* ND = No hay dato porque el agricultor no respondió

4.2 Topografía

La mayoría de las parcelas sembradas en primera se consideraron planas (90,4%). Las demás fueron consideradas en pendiente o ladera (Tabla 5).

Tabla 5. Topografía de las parcelas de maíz

Topografía	Parcelas de primera		Parcelas de postrera	
	Número de productores	%	Número de productores	%
Plano	75	90,4	90	87,4
Pendiente o ladera	8	9,6	13	12,6
ND*	26	—	6	—
Total	109	100,0	109	100,0

* ND = No hay dato porque el agricultor no respondió

4.3 Tamaño de las parcelas

El tamaño promedio de las parcelas de maíz sembradas en primera fue de 2.5 ha, con una desviación estándar de 0.34 ha, un valor máximo de 21 ha y un valor mínimo de 0.35 ha. El valor modal para las parcelas de primera es de 7.0 ha. El total sembrado con maíz en primera es de 222.25 ha.

4.4 Número de parcelas

En promedio, el número de parcelas sembradas por agricultor fue de 0.91, con un máximo de 2 y un mínimo de 0, es decir, agricultores que no sembraron maíz en la época de primera. El valor modal fue de 1 parcela por agricultor. Del total de la muestra, 100 productores sembraron parcelas de maíz en esta época.

4.5 Sistema de cultivo

En la época de primera, la mayoría de los agricultores sembró el maíz sin ningún tipo de asocio (94,3%), y el resto lo sembró asociado con otro cultivo no especificado en la encuesta y con sorgo (Tabla 6).

5. Descripción de las Parcelas de Postrera

5.1 Tenencia de la tierra

En el caso de la Región II, particularmente en la zona donde se realizó el estudio, la situación de la tenencia de las parcelas sembradas en postrera evidencia que 48,5% de los agricultores son dueños de sus respectivas parcelas, las que cultivan individualmente.

Tabla 6. Formas de asocio en que los productores sembraron el maíz en las parcelas.

Tipos de asocio	Parcelas de primera		Parcelas de postrera	
	Número de productores	%	Número de productores	%
Maíz solo	83	94.3	93	90.3
Maíz/sorgo	1	1.1	4	3.9
Maíz/ajonjolí	0	0.0	2	1.9
Otro	4	4.5	4	3.9
ND*	21		6	
Total	109	100.0	109	100.0

* ND = No hay dato porque el agricultor no respondió.

La situación en cuanto a la tenencia de las parcelas sembradas en esta época es muy similar a la época de primera (Tabla 4): Las parcelas de colectivos con títulos de propiedad constituyen el 27,1%, seguido en orden de importancia por los agricultores individuales que no poseen título de propiedad y representan 12,6% del total.

5.2 Topografía

La mayoría de las parcelas de maíz de postrera fueron consideradas planas por los agricultores (87.4%). Las restantes (12.6%) se consideraron de pendiente o laderas. Para esta siembra el porcentaje sin información al respecto es menor que en la primera (Tabla 5).

5.3 Tamaño de las parcelas

La superficie promedio de siembra de postrera en el año 1993 fue de 2.4 ha, con una desviación estándar de 0.29 ha. Se reportaron valores mínimos de tamaño de la parcela de 0.35 ha y un máximo de 21 ha. El valor modal fue de 0.7 ha. El total sembrado con maíz en la muestra, en la época de postrera, fue de 245 ha, un poco más que lo sembrado en la época de primera. El número total de agricultores que sembraron maíz en postrera es de 103, lo que constituye 94.5% de la muestra.

5.4 Número de parcelas

En cuanto al número de parcelas sembradas por agricultor, el promedio fue 1.3, con un valor modal de 1 parcela por agricultor. El total de parcelas de maíz sembradas en la época de postrera por los agricultores de la muestra fue 140. El mayor número de parcelas sembradas por un productor fue 3. De los agricultores que participaron en el estudio, 6 de ellos reportaron no haber sembrado maíz en postrera, exponiendo como razón principal la falta de crédito.

5.5 Sistema de cultivo

La información sobre el sistema de cultivo es bastante similar a la reportada para la siembra de primera. En la mayoría de los casos, los agricultores sembraron el maíz como cultivo único, es decir, sin ningún tipo de asociación con otro cultivo. Así, 90.3% de los agricultores mencionaron sembrar en esta forma la parcela considerada como la más importante, aunque el mismo comportamiento se repite en las parcelas consideradas secundarias. En el caso de las parcelas con algún tipo de asocio (9.7%), los cultivos sembrados con el maíz fueron sorgo, ajonjolí y otros.

La mitad de los productores que brindaron información del uso que le habían dado a la parcela en época de primera, afirmaron que la habían cultivado con maíz. Otra proporción importante de agricultores manifestó que la habían mantenido en descanso (40.2%) y algunos que había estado como potrero (6.5%).

6. Variedades de Maíz Sembradas

En la postrera la variedad criolla de uso común en la zona, conocida como *maicillo*, fue la que más utilizaron los agricultores en la parcela considerada más importante (47.6%). Los agricultores siembran la variedad criolla en primera y destinan la mayor parte de la producción para el consumo familiar y del ganado menor (cerdos y aves), igualmente para guardar semilla. No obstante, la importancia de esta variedad es tal que en postrera también supera a la variedad tolerante (Tabla 7).

La otra variedad mas utilizada en la postrera es el material tolerante NB-6, que fue sembrado por el 44.7% de los agricultores. Esta variedad es llamada *maizón* por los productores; pocos de ellos la conocen como NB-6. En menor proporción se reportó el uso de otros materiales mejorados susceptibles al achaparramiento (NB-100) y materiales híbridos.

Tabla 7. Variedades sembradas de maíz en primera y postrera .

Variedades	Parcelas de primera		Parcelas de postrera	
	Número de productores	%	Número de productores	%
NB-6	26	29.5	46	44.7
NB-12	1	1.1	0	0.0
NB-100	2	2.3	3	2.9
Criolla	59	67.0	49	47.6
H-5	0	0.0	3	2.9
Otro híbrido	0	0.0	1	1.0
Otra	0	0.0	1	1.0
ND*	21	—	6	—
Total	109	100.0	109	100.0

* ND = No hay dato porque el agricultor no respondió.

La variedad tolerante es más utilizada en la postrera por su poca tolerancia al periodo de sequía o veranillo canicular, entre julio y agosto, y su producción es destinada principalmente al mercado de los poblados aledaños y centros urbanos cercanos.

7. Manejo de la Semilla de Maíz

7.1 Origen y disponibilidad

La forma más importante en que los agricultores obtuvieron la semilla original se dio a través del intercambio entre agricultores (Tabla 8), aunque se registraron casos de compra en el comercio y otras formas de obtención del grano. Muy pocos productores obtuvieron la semillas original en la Empresa de Semillas EMPROSEM, del Ministerio de Agricultura de entonces. La mayoría de los productores respondió que obtuvo la semilla a través de otro agricultor (59.7%), mientras que otros mencionaron que la habían comprado en casas distribuidoras de semilla e insumos (20.8%) o que la habían obtenido de otra forma (15.3%).

Tabla 8. Forma de obtención cuando los productores compraron la semilla original.

Forma de obtención	Número de productores	%
Otro agricultor	43	59.7
Comercio	15	20.8
MAG - EMPROSEM	3	4.2
Otro	11	15.3
ND*	37	—
Total	109	100.0

* ND = No hay dato porque el agricultor no respondió.

Si se observa que 33.9% de los productores no dio información al respecto, y que la proporción de productores que la obtuvo de otro agricultor es importante, se concluye que muy pocos productores compraron la semilla que utilizaron por primera vez. Esto evidencia una propagación o difusión de las variedades a través de préstamos e intercambios entre agricultores, debido quizá a las ventajas con que fue promovida y fue difundida por los mismos agricultores.

Tabla 9. Forma en que los productores obtuvieron la semilla de NB-6 y NB-12 para sembrar la parcela de maíz de postrera

Forma de obtención	Número de productores	%
Propia	55	53.4
Otro agricultor	37	35.9
Comercio	3	2.9
MAG-EMPROSEM	2	1.9
Otro	6	5.8
ND*	6	
Total	109	100.0

* ND = No hay dato porque el agricultor no respondió.

En cuanto a la forma de adquisición de la semilla (Tabla 9) de las variedades tolerantes (NB-6 y NB-12) empleada por los agricultores en las parcelas de primera y de postrera, las diferencias entre ambas épocas de siembra fueron mínimas. Los agricultores de postrera sembraron su propia semilla, la que guardaron de la cosecha anterior, o la adquirieron de otro agricultor. La mayoría afirmó que la semilla que sembró fue propia (53.4%), y un número importante que la obtuvo de otro productor (35.9%). Se observó que muy pocos agricultores compraron la semilla. Asimismo, algunos de productores (5.8%) la obtuvieron a través del MAS (Ministerio de Acción Social); esta institución tiene programas de crédito alternativo para pequeños productores en especies, es decir, en semillas e insumos.

7.2 Disponibilidad de Otros Materiales

Cuando los agricultores compraron la semilla original, manifestaron que las variedades disponibles en ese momento eran NB-6, criollas y otras (Tabla 10). La mayoría manifestó que había disponible semilla de la variedad NB-6 en ese momento (36.4%), otros expresaron que habían disponibles criollas (25.5%) y el resto manifestó la disponibilidad de otras variedades no identificadas (16.4%). La mitad de los agricultores no respondió a la pregunta (49.5%), lo que en parte se debe a que la mayoría de ellos no compraron la semilla original, sino que la adquirieron prestada de otros agricultores.

Tabla 10. Variedades disponibles cuando el productor compró la semilla original.

Variedades	Número de productores	%
NB-6	20	36.4
NB-12	4	7.3
NB100	3	5.5
NB5	2	3.6
Criolla	14	25.5

* ND = No hay dato porque el agricultor no respondió.

8. Evaluación Campesina de la Semilla Mejorada

Los criterios de decisión por parte de los agricultores para adoptar o no una determinada tecnología tienen que ver con la respuesta a la solución de sus problemas o a otras ventajas que él observa en la tecnología. En el caso de las variedades de maíz tolerantes al achaparramiento, NB-6 y NB-12, éstas se generaron para responder a un problema específico. Los criterios de este estudio para evaluar las dos variedades en la Región II se refieren a ventajas y desventajas observadas por los agricultores en el uso de estos materiales.

8.1 Ventajas

De manera general se observó que las características relacionadas con la productividad y la tolerancia a la enfermedad del achaparramiento son las más señaladas por los agricultores cuando se trata de evaluar la variedad (Tabla 11).

La primera ventaja más importante de esta variedad es su alto rendimiento (54.9%), seguida por su resistencia al achaparramiento (23.3%) y el buen tamaño y peso de la mazorca (14.6%). Cuando a los agricultores se les preguntó por la segunda ventaja de los materiales mencionaron la Resistencia al achaparramiento (35.4%), alto rendimiento (27.8%) y buen tamaño y peso de la mazorca (14.0%).

8.2 Desventajas

De manera general, las desventajas que los productores observaron a la variedad tolerante NB-6 son las siguientes: Mala cobertura de mazorca, ciclo vegetativo tardío en comparación con los materiales criollos, mala para elote, susceptible a la pudrición y otras desventajas no identificadas en el cuestionario (Tabla 12).

La primera desventaja más importante fue señalada como 'Otra' por un porcentaje alto de agricultores (28.0%), seguida por mala cobertura de mazorca (24.6%), periodo vegetativo tardío en relación con los materiales criollos (23.0%) y susceptibilidad a pudrición de mazorca (10.5%). La segunda desventaja resultó la mala cobertura de mazorca (27.3%), seguida por mala para elote (24.2%) y 'Otra' (24.2%).

Tabla 11. Ventajas de las variedades mejoradas según los productores de maíz.

Ventaja	Primera ventaja		Segunda ventaja	
	Número de productores	%	Número de productores	%
Alto rendimiento	45	54.9	22	27.8
Resiste el achaparramiento	19	23.2	28	35.4
Aceptación en el mercado			2	2.5
Resiste el acame	2	2.4	3	3.8
Resiste la pudrición			1	1.2
Bueno para elote	1	1.2	1	1.2
Buena cobertura de mazorca	1	1.2	4	5.1
Precoz			1	1.2
Buen tamaño y peso de mazorca	12	14.6	11	14.0
Otro	2	2.4	6	7.6
ND*	27	—	30	—
Total	109	100.0	109	100.0

* ND = No hay dato porque el agricultor no respondió

Menor rendimiento y susceptibilidad al achaparramiento no fueron señalados como problemas o desventajas de esta variedad, con excepción de un agricultor (Tabla 12), de tal modo que de acuerdo con las valoraciones de los agricultores expresadas en la encuesta, la variedad de maíz NB-6 realmente cumple con las funciones para las que fue creada y liberada: la tolerancia a la enfermedad del achaparramiento y el alto rendimiento.

Tabla 12. Desventajas de las variedades según los productores de maíz.

Desventaja	Primera desventaja		Segunda desventaja	
	Número de productores	%	Número de productores	%
Bajo rendimiento	1	1.7	0	0.0
Susceptible al achaparramiento	1	1.7	0	0.0
Mala aceptación en el mercado	3	5.2	3	9.1
Susceptible a la pudrición	6	10.5	2	6.0
Malo para elote	3	5.2	8	24.2
Mala cobertura de mazorca	14	24.6	9	27.3
Tardío	13	23.0	3	9.1
Otra	16	28.0	8	24.2
ND*	52	—	76	—
Total	109	100.0	109	100.0

* ND = No hay dato porque el agricultor no respondió

8.3 Razones para no sembrar

Los principales factores que mencionaron los agricultores para no sembrar la variedad tolerante fueron la falta de semilla, otros factores no identificados y el hecho de que esta variedad es considerada de ciclo vegetativo tardío (Tabla 13). Dos tercios de los entrevistados no brindó información al respecto.

Sin embargo, entre los agricultores que las conocen, muchos alegaron falta de semillas (45.9%) y también una alta proporción mencionó motivos diferentes a los de la encuesta, tipificado como 'Otro' (35.1%). El hecho de tener la característica de ciclo vegetativo tardío fue argumentado por algunos de los agricultores entrevistados (13.5%) como motivo para no sembrar este material.

Tabla 13. Motivos para no sembrar la variedad tolerante NB-6

Motivo	Número de productores	%
Falta de semilla	17	45.9
Malo para el mercado	1	2.7
Susceptible a pudrición	1	2.7
Tardío	5	13.5
Otro	13	35.1
ND*	72	—
Total	109	100.0

* ND = No hay dato porque el agricultor no respondió

8.4 Preferencias respecto al consumo

Se establecieron parámetros de comparación en aspectos relacionados con características de consumo (Tabla 14), tales como el tiempo de cocción, color, sabor y otros, de la variedad tolerante (NB-6) en relación con respecto a las variedades criollas de la zona. La valoración según los datos recolectados es la siguiente.

Tabla 14. Comparación de la variedad NB-6 con las criollas, respecto a características de consumo, según los productores.

Características	Porcentaje de agricultores que contestaron que la variedad NB-6 es		
	Mejor	Igual	Peor
Tiempo de cocción	7.0	9.3	83.7
Color	12.8	67.4	19.8
Sabor	11.6	38.4	50.0
Otros criterios de comparación	44.4	0.0	55.6

En lo que se refiere al *tiempo de cocción*, 83.7% dio una opinión desfavorable al considerar a la variedad NB-6 peor que las variedades criollas. Solamente 9.3% de los productores la valoró como igual y 7.0% la consideró mejor que las criollas.

Al comparar el *color* de la variedad tolerante con respecto a las criollas; los resultados son favorables en este aspecto, ya que más de la mitad de los productores la consideran igual. El 67.4% de los productores considera que el color es igual al de las variedades criollas de la zona, solamente el 12.8% las consideró mejor, el 19.8% dio una opinión desfavorable, al considerar peor el color de la variedad NB-6 que el de las criollas.

Cuando se comparó el *sabor* de la variedad NB-6 con el de las variedades criollas, 50% la consideró peor. Sin embargo, 38.4% la consideró igual en sabor a las variedades criollas y 11.6% la consideró mejor.

Se comparó la variedad tolerante NB-6 con las variedades criollas según *algún otro criterio*. En este caso la mayoría de los productores no dieron información al respecto. La mayoría no respondió de manera alguna (83.5%). De los que sí respondieron a la pregunta, 55.6% la consideró peor y 44.4% le dio una valoración positiva. No obstante, el criterio desfavorable que fue mencionado de manera general es la rapidez en descomponerse la masa, la que tiende a tomar un sabor amargo en poco tiempo.

8.5 Uso del crédito para la siembra de maíz

Actualmente el acceso al crédito para los pequeños y medianos productores, sobre todo los de granos básicos, es muy restringido debido a las altas tasas de interés y a otros factores de diversa índole, tal como la fluctuación de las tasas de interés de acuerdo con el mercado. En la Tabla 15 se puede apreciar que para sembrar la parcela de maíz de postrera la mayoría de los agricultores no utilizaron crédito alguno (82.6%). Algunos obtuvieron crédito de la banca estatal (Banco Nacional de Desarrollo, BND) (4.6%) y otros accedieron a otro tipo de crédito (11.9%). La situación de la época de primera es bastante similar.

Tabla 15. Uso del crédito para las parcelas de maíz.

Uso del crédito	Parcelas de primera		Parcelas de postrera	
	Número de productores	%	Número de productores	%
No usó	95	87.2	90	82.6
BND	2	1.8	5	4.6
De particulares	1	0.9	1	0.9
Otro	11	10.1	13	11.9
Total	109	100.0	109	100.0

9. Productividad y Uso de Fertilizantes

En la Tabla 16 se pueden apreciar datos referidos a la superficie sembrada con maíz y al rendimiento. En ambas épocas de siembra los materiales mejorados tolerantes al achaparramiento superan en rendimiento a los materiales híbridos, a otras variedades mejoradas y a los materiales criollos. Asimismo, se aprecia que la superficie sembrada con materiales criollos es superior en la siembra de primera. Se observa también una preferencia a sembrar materiales criollos en época de primera y un mayor uso de materiales tolerantes en la postrera.

Tabla 16. Superficie sembrada y rendimiento por variedad.

Materiales	Parcelas de primera	
	Superficie (ha)	Rendimiento (kg/ha)
Variedades mejoradas tolerantes	89	1 740
Variedades mejoradas susceptibles	5	1 250
Criollos	111	1 280
Parcelas de postrera		
	Superficie (ha)	Rendimiento (kg/ha)
Variedades mejoradas tolerantes	130	1 820
Variedades mejoradas susceptibles	5	1 510
Híbridos	7	1 600
Criollos	63	1 200

La preferencia y consiguiente sustitución de variedades entre ambas épocas de siembra puede explicarse parcialmente con la ayuda de la Figura 1. En ella se presenta, la respuesta de los materiales mejorados (V_1) y criollos (V_0) al fertilizante nitrogenado bajo dos regímenes de control de malezas (sin control, M_0 , y con tres controles, M_1). En el panel (a) se presenta la respuesta en la primera época donde se puede apreciar que no existe una diferencia significativa entre ambos tipos de variedades pero si una fuerte respuesta al control de malezas. Por el contrario, en el caso de la postrera, existe una respuesta diferenciada de las variedades tanto a la aplicación de nitrógeno como al control de malezas. Esto se manifiesta si se considera por ejemplo que para cualquier nivel de nitrógeno, el nivel de productividad de las VMT sin control de malezas (V_1M_0) es igual a aquel de las variedades criollas con tres controles (V_0M_1). Esta respuesta diferenciada puede haber motivado la siembra de variedades mejoradas en la postrera para poder capitalizar la mayor eficiencia al uso del fertilizante que presentan estas variedades en esta época.

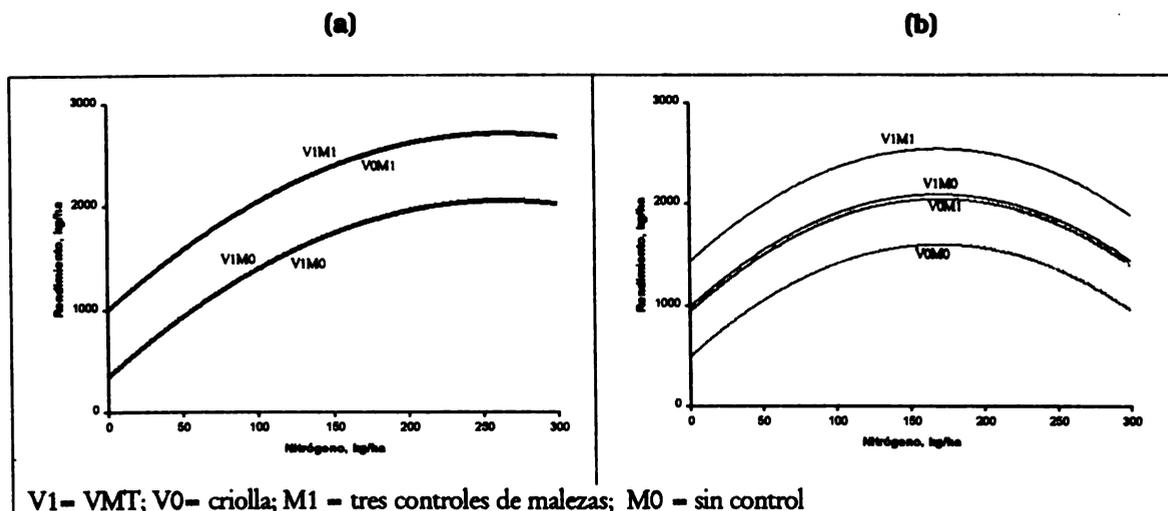


Figura 1. Respuesta de las variedades de maíz a la aplicación de nitrógeno y al control de malezas en la primera (a) y postrera (b)

10. Patrón de difusión de las VMT

10.1 Uso de las VMT en la época de primera

En la Tabla 17 se muestra el uso de los distintos materiales de maíz en la Región II para la siembra de primera, en términos del porcentaje de agricultores. Como se puede apreciar, existe una sustitución de las variedades tolerantes al achaparramiento (NB-6 y NB-12) por las variedades criollas. Así, en el año de 1988 el porcentaje de agricultores que usaron las variedades tolerantes fue de 51%, habiéndose reducido a 30% en 1993. Para el mismo período, el porcentaje de agricultores que usaron las variedades criollas fue de 33% en 1988, cerrando con 67% en 1993.

Es decir que en la primera, las tendencias son hacia la disminución de la siembra de las variedades mejoradas tolerantes (VMT) e híbridos, y aumento de la siembra con materiales criollos. Las variedades mejoradas sensibles (VMS) se mantienen en niveles muy bajos, iguales o menores a 3%.

Los porcentajes de superficie con variedades mejoradas tolerantes son mayores comparados con los correspondientes al porcentaje de agricultores que las siembran. Así, la expresión de la difusión en términos de superficie sembrada en la época de primera refleja más claramente el abandono gradual de las VMT. La sustitución de estos materiales se da principalmente por variedades criollas de las zonas. Las otras variedades mejoradas susceptibles al achaparramiento, así como los materiales híbridos, no parecen tener una participación considerable en términos del número de productores que los usan ni en términos de la superficie sembrada.

**Tabla 17. Difusión de las variedades de maíz en la Región II
en la época de primera**

Años	Porcentaje de agricultores y del total de la superficie cultivada							
	VMT		VMS		Híbridos		Criollas	
	Agricul- tores	Superfi- cie	Agricul- tores	Superfi- cie	Agricul- tores	Superfi- cie	Agricul- tores	Superfi- cie
1988	51	74	3	2	8	8	33	16
1989	48	78	3	2	7	5	39	16
1990	40	56	1	1	5	12	52	30
1991	37	58	2	1	2	7	58	33
1992	46	57	1	0	1	7	52	35
1993	30	43	3	3	1	0	67	54

Aunque se desconocen las causas que explican este comportamiento de sustitución de las variedades tolerantes por variedades criollas, algunos factores claves que podrían dar una idea al respecto son:

1. Restricción del crédito que acompaña al empobrecimiento de la economía en general. A partir de 1990 las políticas crediticias tuvieron un cambio drástico, el cual se refleja en dos sentidos: por un lado, la restricción y encarecimiento del crédito; por otro, la banca estatal deja a un lado la dirección del crédito, es decir, ya no interviene en el tipo de semilla a sembrar, lo que deja abierta la opción del agricultor a escoger las variedades. Esto que se traduce en limitaciones para la compra de semilla, fertilizantes, otros insumos y, en muchos casos, el pago por alquiler de tierras.
2. Las variedades tolerantes requieren un mayor uso de fertilizantes y plaguicidas.
3. Las variedades mejoradas no son tolerantes a sequía, un riesgo de la producción de maíz que en la Región II está más asociado con la primera que con la postrera.
4. Los agricultores consideran que las variedades mejoradas son tardías con respecto a las criollas.
5. Los agricultores prefieren las variedades criollas para el consumo, por su sabor, gusto, suavidad del grano y capacidad de mantener la masa más tiempo sin que se descomponga.
6. Una disminución o desaparición de la tecnología de riego en la zona, lo que podría interrumpir o afectar el ciclo de reproducción de la chicharrita, principal vector de diseminación del virus del achaparramiento. Esto hace que el ataque de la enfermedad no sea tan severo, lográndose rendimientos aceptables para el agricultor aún con la utilización de materiales criollos.

10.2 Uso de las VMT en la época de postrera

En el caso de la siembra de postrera de 1993, el uso de variedades tolerantes al achaparramiento alcanzó un nivel (44.7%) similar al de los criollos, mientras que la superficie sembrada con las variedades NB-6 y NB-12 (63%) duplicó la participación de los materiales criollos (31%). A pesar de que no se tienen datos de la época de postrera para la serie de años en análisis, es probable que el uso de materiales tolerantes pero de ciclo más largo se vea beneficiado en la época de postrera, con menor riesgo de sequía.

10.2.1 El modelo de difusión de las VMT

Una formulación comúnmente usada para representar el patrón temporal de difusión de una nueva tecnología en una región o área determinada, es la función logística o curva de aprendizaje. Esta función se representa por la ecuación siguiente:

$$[1] Y_t = K/(1+e^{-a \cdot b^t})$$

donde Y_t es la proporción de la superficie cultivada con la nueva técnica en el periodo t , K es una constante que representa el "techo" de la función o sea la máxima proporción esperada de adopción de la nueva tecnología ($0 \leq K \leq 1$), mientras que a y b son parámetros a ser estimados que determinan la forma y la posición de la función en el tiempo.

Si existe suficiente información sobre los valores de Y_t para diferentes periodos de tiempo, y si el techo K es conocido, los parámetros a y b se pueden estimar por el método de los mínimos cuadrados ordinarios. Para ello es necesario realizar una transformación de la función para hacerla lineal en los parámetros. La ecuación a estimar tiene la forma:

$$Y_t^* = a + b(t)$$

donde $Y_t^* = \ln [(K/Y_t) - 1]$ es la variable dependiente transformada y (t) es un índice de los periodos de tiempo (usualmente años) considerados. Aplicando este procedimiento a los datos obtenidos en la encuesta sobre el porcentaje de agricultores que usan VMT en primera o en postrera y tomando el valor de $K = .70$ (es decir que se espera una adopción máxima de 70%). Se obtuvo el resultado siguiente:

$$Y_t^* = -838.3 + 0.42(t)$$
$$(-37.2)^{***} \quad (37.1)^{***}$$
$$R^2 = 0.996^{***} \quad (n = 10)$$

Donde los valores entre paréntesis corresponden al valor del estadístico t y tres asteriscos indican que los coeficientes son diferentes de cero con una confianza de 99%.

Los coeficientes estimados fueron usados para estimar el patrón de difusión que se ilustra en la Tabla 18 y en la Figura 2. En la Figura se observa claramente que existe un patrón de difusión diferente de acuerdo con la época de cultivo que se trate. En la primera las VMT han perdido importancia relativa respecto a las variedades criollas, pero si se consideran ambas épocas, la evolución del porcentaje de productores que utilizan las VMT sigue un patrón ascendente en forma de curva logística.

Tabla 18. Patrón observado y estimado de difusión de las variedades tolerantes al achaparramiento en la Región II de Nicaragua.

Año	Porcentaje de agricultores Observado	Porcentaje de agricultores Estimado	Año	Porcentaje de agricultores Observado	Porcentaje de agricultores Estimado
1984	0.06	0.06	1989	0.31	0.30
1985	0.07	0.09	1990	0.36	0.38
1986	0.13	0.12	1991	0.46	0.45
1987	0.17	0.17	1992	0.52	0.51
1988	0.24	0.23	1993	0.55	0.56

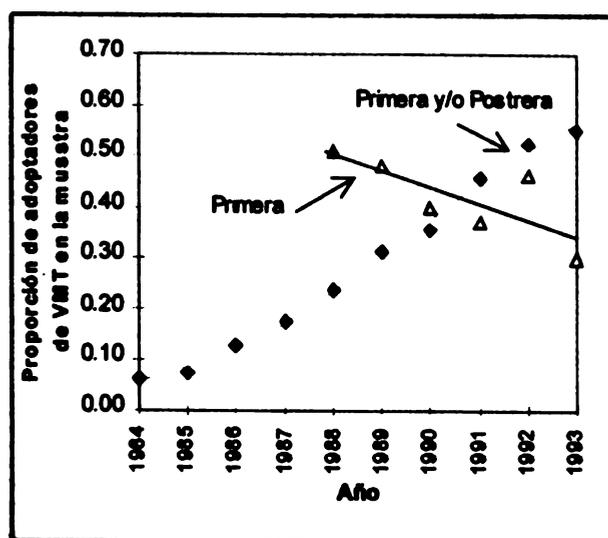


Figura 2. Diferentes patrones observados y estimados de difusión de las VMT en la Región II de Nicaragua.

11. Factores que afectan la adopción de las VMT

11.1 El modelo para la selección de la variedad de maíz

Los factores que influyen en la adopción de variedades mejoradas son complejos y a menudo están relacionados entre sí (Heisey *et al.*, Sain *et al.* 1996, Borbon *et al.* 1992). Para examinar los efectos combinados de estos factores sobre la decisión acerca de la adopción, se definió una variable binaria para la decisión sobre la adopción (ADOPCION) la cual toma el valor 1 si el agricultor sembró VMT en la parcela principal de primera.

postrera o ambas, y 0 de otra manera; también se usó un modelo logit² de selección cualitativa usando los datos de la encuesta en fincas. A continuación se describen las variables independientes (factores que potencialmente influyen sobre la adopción) incluidas en el modelo logístico postulado, sus efectos esperados y sus principales características en la muestra.

11.1.1 Variables independientes

LN DISTANCIA. Esta variable representa el logaritmo natural de la distancia en km de la parcela del agricultor al municipio donde se encuentra la plaza comercial más cercana donde adquiere insumos y vende su producto. Tanto la distancia como el tiempo que tarda el agricultor en recorrerla, son circunstancias que determinan la facilidad del campesino para obtener insumos agrícolas, vender sus productos y recibir servicios de asistencia técnica. Como circunstancia de vida, este factor juega un papel importante en la decisión de un agricultor para usar o no semilla mejorada de maíz y otros insumos agrícolas. Se considera que a mayor distancia mayores serán los costos, no solo de adquisición de la semilla, sino también de adquirir o recibir información (asesoría técnica) sobre sus características y manejo. Por lo tanto, se espera una relación inversa: agricultores ubicados a mayor distancia del municipio tendrán menor probabilidad de adoptar la semilla mejorada. La expresión logarítmica de la distancia se debe a que se considera que la relación entre la distancia y los costos de transacción no son lineales.

LN EDAD. Logaritmo natural de la edad del agricultor en años. La edad es una de las características del agricultor que se mencionan frecuentemente en la literatura como un factor de importancia en la adopción de nuevas tecnologías. Aunque los resultados encontrados en trabajos anteriores no son concluyentes, se espera que los agricultores jóvenes sean más receptivos a las nuevas tecnologías y, por lo tanto, más innovadores. La expresión logarítmica espera capturar una relación no lineal.

LN TAMAÑO DE LA FINCA. Logaritmo natural del tamaño de la finca en ha. Numerosos trabajos anteriores incluyen al tamaño de la explotación como una de las características de la finca más relacionada con la adopción de nuevas tecnologías. Es usada también para caracterizar el sesgo distributivo de la nueva tecnología. Se espera que a mayor tamaño menores serán las restricciones de recursos financieros y de tierra para su adopción y, por lo tanto, mayor será la probabilidad de adoptar la semilla mejorada. La transformación logarítmica obedece a que la relación esperada no es lineal.

LN AÑOS EN LA LOCALIDAD. Logaritmo natural de los años que el agricultor ha vivido en la localidad donde habita actualmente. Se espera que un agricultor bien establecido en su localidad tenga mayores vínculos y canales de información que favorecen la adopción de tecnologías mejoradas. Como en las variables anteriormente descritas, la expresión logarítmica espera capturar una relación no lineal.

GENERO. Género de la persona a cargo de la finca. Variable binaria que toma el valor 0 si se trata de un agricultor (hombre) y 1 para una agricultora (mujer). Aunque la proporción de mujeres en la muestra es muy baja (6.8%), esta variable se incluyó para probar tentativamente el posible efecto del género en la adopción de las VMT.

2 Para una descripción técnica del modelo logit se puede consultar un libro especializado tal como el de Pyndick y Rubinfeld 1991, o Train 1990.

TOPOGRAFIA. Variable dicotómica que toma el valor 1 si el agricultor considera a la parcela plana, y 0 si la considera en ladera. Estudios previos recientes (Bellón y Taylor 1993) han mostrado la importancia de la clasificación campesina de los suelos sobre la adopción de nuevas tecnologías especialmente cuando existe adopción parcial. Se espera una asociación positiva entre esta variable y la probabilidad de adopción de VMT, ya que es probable que el agricultor invierta más en tierras planas con mayores probabilidades de altos retornos que en aquellas tierras en laderas.

SISTEMA DE CULTIVO. Es una variable dicotómica que toma el valor 1 si los agricultores siembran la parcela principal de maíz en monocultivo, y 0 si se siembra asociado con otro cultivo. Se espera que los agricultores que siembren la parcela en monocultivo tiendan a usar más semilla de maíz mejorado que aquellos que la siembran con maíz en asocio. Es probable que el cambio del sistema tradicional a monocultivo esté impulsado por motivos relacionados al incremento en productividad y rentabilidad y por lo tanto aquellos agricultores que cambian el sistema también cambien a variedades mejoradas buscando una rentabilidad mayor.

VENTA DE EXCEDENTES. Variable binaria que toma el valor 0 si no se vendieron excedentes de maíz de la parcela, y 1 cuando sí se vendieron. Se espera una relación positiva entre la venta de excedentes y la adopción, es decir que los agricultores prefieren aquellas variedades que les permiten satisfacer sus necesidades de consumo familiar y, además, tener excedentes para comercializar de alguna forma en el mercado y tener un aumento directo de los ingresos en la unidad de producción.

CREDITO. Variable dicotómica que toma el valor 1 si el agricultor usa alguna fuente de financiamiento externo a la finca para la producción de maíz y 0 si no lo hace. Esta es otra variable que también se reporta en la literatura como un factor importante sobre la decisión de adopción. Se espera que el acceso al crédito facilite el uso de insumos comprados fuera de la finca, como la semilla mejorada.

TENENCIA DE LA PARCELA. Variable dicotómica que toma el valor 1 si el agricultor posee título de propiedad individual de la parcela, y 0 en cualquier otra situación. La tenencia ha sido un factor importante mencionado en la literatura sobre adopción de nuevas tecnologías especialmente en casos de aquellas dirigidas a la conservación de recursos o que requieren de una inversión inicial considerable. En el caso de semillas mejoradas se espera una relación positiva entre la propiedad de la tierra y la probabilidad de adopción debido al efecto riqueza. Aquellos agricultores con tierra en propiedad son más ricos que los que no tienen y por ello más probable que adopten la semilla mejorada. Sin embargo, debe tomarse con cautela el uso de esta variable en este trabajo, especialmente porque la encuesta fue realizada en un periodo de mucho debate político en Nicaragua con respecto a la tenencia de la tierra, muy pocos años después de la derrota electoral del gobierno sandinista.

VENTAJA RENDIMIENTO. Opinión de los agricultores sobre el rendimiento de las VMT. Variable dicotómica que toma el valor 1 cuando el agricultor opina que una de las dos primeras ventajas de las VMT es su alto rendimiento, y 0 cuando menciona otras dos primeras ventajas. Se espera encontrar una asociación positiva entre adopción de VMT la opinión de los agricultores sobre el mayor rendimiento de estas variedades (implícitamente a través de su mayor tolerancia al achaparramiento).

VENTAJA TOLERANCIA. Opinión de los agricultores sobre la tolerancia de las VMT al achaparramiento. Variable dicotómica que toma el valor 1 cuando el agricultor opina que una de las dos primeras ventajas de las VMT es su resistencia al achaparramiento, y 0 cuando menciona otras dos primeras ventajas. En este caso la asociación positiva entre adopción y la opinión de los agricultores mostraría explícitamente el reconocimiento de una tolerancia al achaparramiento.

La Tabla 19 muestra las estadísticas descriptivas en la muestra de las variables descriptas.

Tabla 19. Estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en el modelo de adopción (n = 103).

Nombre de la variable	Efecto esperado	Media (o proporción con un valor de 1)	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
LN DISTANCIA	-	2.46465 (16 km.)	0.90366	-0.69315 (0.5 km)	4.04305 (57 km)
LN EDAD	-/+	3.79847 (46 años)	0.25987	3.09104 (22 años)	4.39445 (81 años)
LN TAMAÑO DE LA FINCA	+	2.13350 (19 ha)	1.24240	-1.74297 (0.2 ha)	5.58350 (266 ha)
LN AÑOS EN LA LOCALIDAD	+	2.55971 (16 años)	0.70420	0.69315 (2 años)	4.24849 (70 años)
GENERO	-/+	0.068	-	0 Hombre	1 Mujer
TOPOGRAFIA	+	0.874	-	0 Pendiente	1 Plano
SISTEMA DE CULTIVO	+	0.903	-	0 Asocio	1 Monocultivo
VENTA DE EXCEDENTES	+	0.485	-	0 No	1 Sí
CREDITO	+	0.184	-	0 No	1 Sí
TENENCIA DE LA PARCELA	+	0.757	-	0 Sin título	1 Con título
VENTAJA RENDIMIENTO	+	0.621	-	0 No	1 Sí
VENTAJA TOLERANCIA	+	0.427	-	0 No	1 Sí
ADOPCION	Variable dependiente	0.553	-	0 No	1 Sí

11.2 Resultados de la estimación del modelo de adopción de VMT

La estimación del modelo logístico de adopción propuesto arrojó los coeficientes que se presentan en la Tabla 20

Los contrastes entre los resultados observados y predichos del modelo logístico de adopción estimado se presentan en la Tabla 21. El porcentaje de *no adoptadores* correctamente predicho fue de 61%, mientras que el porcentaje de *adoptadores* correctamente predicho fue de 74%. En el total, el porcentaje correctamente predicho fue de 68%.

Tabla 20. Parámetros estimados y estadísticas relacionadas del modelo de adopción.

Variable	Coefficiente estimado (1 o 2 colas) ³	Valor t (g1 = 90)	Nivel de significancia
LN DISTANCIA	0.42	1.45	0.15 (2)
LN EDAD	0.33	0.29	0.77 (2)
LN TAMAÑO DE LA FINCA	-0.03	-0.12	0.90 (2)
LN AÑOS EN LA LOCALIDAD	-0.70	-1.46	0.15 (2)
GENERO	-0.34	-0.35	0.73 (2)
TOPOGRAFIA	0.74	1.05	0.15 (1)
SISTEMA DE CULTIVO	1.50	1.32	0.10 (1)*
VENTA DE EXCEDENTES	1.06	2.08	0.02 (1)**
CREDITO	0.11	0.16	0.44 (1)
TENENCIA DE LA PARCELA	0.51	0.80	0.21 (1)
VENTAJA RENDIMIENTO	1.61	3.08	0.001 (1)***
VENTAJA TOLERANCIA	0.35	0.65	0.26 (1)

Tabla 21. Resultados observados y predichos del modelo de adopción estimado.

Observados	Predichos		Total
	No adoptadores	Adoptadores	
No adoptadores	28	18	46
Adoptadores	15	42	57
Total	43	60	103

3 La prueba de significancia de t se hace con una sola cola (1) cuando el coeficiente estimado tiene el signo esperado, de lo contrario se realiza la prueba con dos colas (2), incluyendo los casos con signo esperado indefinido.

*, ** y *** significativo al 10, 5 y 1%, respectivamente.

Tres de las variables propuestas resultaron con coeficientes estadísticamente diferentes de cero y con los signos correctos: el sistema de cultivo, la venta de excedentes y la percepción del agricultor sobre las ventajas en rendimiento de las VMT. Estos resultados son muy consistentes con la hipótesis planteada sobre la sustitución de variedades entre épocas de siembra. Las tres variables apuntan hacia el uso comercial y el aumento de productividad como factor común en la adopción de las variedades mejoradas.

En primer lugar, la percepción del agricultor de que la principal ventaja de las variedades mejoradas es el incremento en productividad resulto uno de los factores de mayor peso en el modelo de adopción. Es decir, que para los agricultores que han adoptado las VMT el mayor potencial de rendimiento es un elemento importante en la decisión. Es de notar que en el caso del coeficiente asociado con la percepción de los agricultores sobre la tolerancia al achaparramiento (VENTAJA TOLERANCIA), no se observó un efecto significativo de este factor sobre la variable de adopción. Esto sin embargo, no significa necesariamente que los agricultores no perciban la enfermedad como un problema sino más bien que todo su impacto se percibe a través de la pérdida en rendimientos y por consiguiente en ingresos y no por la enfermedad en sí misma.

En segundo lugar, los coeficientes de las variables asociadas al grado de inserción en el mercado y el sistema de cultivo apuntan también a una producción comercial dirigida al mercado. La probabilidad de que un agricultor siembre VMT en una determinada parcela es mayor si en esta el maíz se siembra en monocultivo que si se siembra asociado con otro cultivo. A su vez la probabilidad es aun mayor si la producción de la parcela se dirige hacia el mercado que si fuera al autoconsumo. Ambos factores, son consistentes con la percepción del agricultor de que una característica importante de las VMT es el incremento en productividad, por lo tanto lo sembrará en monocultivo, le aplicará fertilizante y venderá la producción en el mercado.

12. Conclusiones y Recomendaciones

Si bien es cierto el problema del achaparramiento en el maíz no tiene actualmente las dimensiones que tuvo a mediados de la década de los ochenta, no se puede afirmar que este problema ha desaparecido. Las variedades de maíz NB-6, liberada comercialmente en 1984, y NB-12, liberada comercialmente en 1987, han presentado una respuesta positiva tendiendo un buen grado de tolerancia a la infestación de los patógenos asociados con la enfermedad que resulta en rendimientos superiores a los materiales criollos y otras variedades mejoradas.

Los resultados muestran que en 1993, la variedad NB-6 está ampliamente difundida en la Región II mientras que la difusión de la variedad NB-12 era todavía incipiente y se registraron pocos datos acerca de su uso. Si se consideran ambas variedades en conjunto, el 56% de los agricultores las sembraron en al menos una de las dos épocas.

Entre los factores que más afectan la decisión de los agricultores de adoptar estos materiales se destacan: la percepción de los agricultores de la característica de *mayor rendimiento*, la importancia de las *ventas de excedentes de producción en el mercado*, y la siembra en sistemas de *monocultivo de maíz*. Estos resultados apoyan la hipótesis también sustentada por otros estudios (por ejemplo Sain *et al.*, 1996) sobre la práctica de los agricultores de sembrar materiales mejorados como una forma de mejorar los ingresos y materiales criollos principalmente para el consumo familiar en el segundo

Dado que uno de los principales argumentos para no usar el material tolerante NB-6 fue el costo de la semilla certificada, se recomienda promover los créditos de semilla en especies o alternativos, que permitan a los agricultores el acceso a esta tecnología. También, fortalecer los programas de producción artesanal de semillas de VMT y las acciones de transferencia relacionadas (Ortiz et al. 1989, Treminio. 1991) pueden ayudar enormemente a una mayor difusión de estos materiales.

Bibliografía

- Bellon, M.R., and J.E. Taylor. 1993. 'Folk' soil taxonomy and the partial adoption of new seed varieties. *Economic Development and Cultural Change* 41(4):763-786.
- Borbón, E., G. Sain, y G. Castillo. 1992. Adopción de variedades tolerantes al achaparramiento en la Región IV de Nicaragua. En PRM, Síntesis de resultados experimentales 1991, Vol. 3. PRM-CIMMYT, Guatemala, Guatemala.
- CIMMYT, Programa de Economía. 1993. La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas. CIMMYT. México, D.F.
- Helsey, P.W., K.A. Tetlay, Z. Ahmad y M. Ahmad. 1993. Varietal change in post-green revolution agriculture: empirical evidence for wheat in Pakistan. *Journal of Agricultural Economics*. 44(3):428-442.
- MAG. 1986. Incidencia del achaparramiento en el cultivo del maíz y su impacto en el país. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección de Granos Básicos. Reporte interno.
- Marín, E. 1988. Proyecto de ordenamiento del sistema productivo, Región II. MIDINRA. Managua, Nicaragua.
- Miranda, B. 1990. Diagnóstico sobre producción, consumo, generación y transferencia de tecnología para los granos. Nicaragua. Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre los Granos Básicos en Centroamérica. San José, Costa Rica.
- Ortiz, R., A. Meneses y P. Rosado. 1989. Producción artesanal de semilla mejorada para aumentar las tasas de adopción. XXXV Reunión Anual del PPCMCA. San Pedro de Sula, Honduras.
- Pindyck, R. S. y D. L. Rubinfeld. 1991. *Econometric Models and Economic Forecasts*. Third Edition, McGraw-Hill, New York, New York.
- Sain, G. F. Herrera y J. Martínez. 1996. Adopción y uso de semilla mejorada de maíz entre pequeños agricultores de Guatemala.. Publicación Técnica de Difusión del programa Colaborativo ICTA-CIMMYT-PRM, Junio 1996. CIMMYT-PRM, San José, Costa Rica.
- Train K. 1990. *Qualitative Choice Analysis. Theory, Econometrics and Application to Automobile Demand*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Treminio, R. 1991. Estrategia para la producción de semillas mejoradas de cultivos de granos básicos. MAG. León, Nicaragua.

4

5

6
7
8

9

CONSERVACION DE SUELO

LA MEDICION DE LA ADOPCION DE PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA A TRAVES DE LA EVALUACION PARTICIPATIVA POR BENEFICIARIOS. LA EXPERIENCIA DE PASOLAC

Bismarck Mendoza y Elia Kuan

1. Introducción

En 1996, PASOLAC aplicó el método participativo de evaluación de proyectos, llamado **Evaluación Participativa por Beneficiarios (EPB)** para evaluar el nivel de adopción de prácticas de conservación de suelo y agua (CSA) a nivel de la parcela, de la finca y de la comunidad. El método fue realizado por 31 promotores, en 53 fincas de agricultores, localizadas en 11 territorios (agrupados en 3 regiones: Estelí, Matagalpa, Masaya) atendidos por 9 entidades integrantes del Programa¹. Los productores evaluadores fueron capacitados y apoyados por 3 facilitadores regionales (personal docente) de la FARENA y la EIAG (PASOLAC 1996).

Aunque la EPB produjo varios resultados, en este trabajo sólo se presentaran algunos aspectos del método organizados de la manera siguiente: En la sección 2, se delinear brevemente los antecedentes conceptuales y metodológicos de la EPB. La sección 3 describe el proceso de la EPB, mientras que la sección 4 muestra los principales resultados alcanzados en la aplicación del proceso en términos de tasas de adopción y razones de la no adopción de prácticas de conservación de suelos y agua. Finalmente la sección 5 describe brevemente las conclusiones y algunas limitaciones del método.

2. Antecedentes

2.1 Generales

El Programa evaluado tiene como finalidad que el 75% de una muestra representativa de agricultores que hayan adoptado prácticas de conservación de suelos responda positivamente a por lo menos 6 de los 8 criterios siguientes:

¹ Entidades con acción local: CEPAD, INTA, INPRHU, PCAC, SGJRL, UCA-SN.RAMON, UCA-TEUSTEPE, UNICAFE, UNICAM
Entidades de estudio: EIAG, FARENA-UNA

1. ¿Se ha reducido el lavado del suelo?
2. ¿Se ha mejorado la "flor del suelo" (horizonte A) ?
3. ¿Aguantan los cultivos mejor la sequía?
4. ¿Se ha aumentado el valor de la finca?
5. ¿Tiene una próxima parcela donde va a aplicar prácticas de CSA?
6. ¿Tiene una mayor diversificación de la producción?
7. ¿Puede trabajar durante más tiempo los mismos terrenos?
8. ¿ Rinden más las cosechas?

A su vez el indicador objetivamente verificable (IOV) de la finalidad precisa sobre qué y cuáles efectos tienen las prácticas de CSA implementadas. Exige una comprobación en el campo y una apreciación por los mismos agricultores.

La metodología de la EPB se aplicó en el marco de una evaluación interna del PASOLAC al finalizar una fase de 3 años (1994-96) y permitió incluir la perspectiva de los campesinos, aparte de otras instancias del Programa. (PASOLAC-PRM-PROFRIJOL 1997).

2.2 Qué es la EPB

Existen principalmente dos formas de evaluar un proyecto. (PASOLAC, 1995). El método convencional y más común es el de la **evaluación externa** realizada por expertos. En este tipo de evaluación se valora la relación eficiencia/eficacia del proyecto por interés del donante. Sin embargo tiene algunas desventajas como los siguientes: los beneficiarios se sienten evaluados por el proyecto y no parte de él; se realiza una interpretación externa de la realidad; se pone poco énfasis a los indicadores de valor local; y tiene altos costos económicos.

La **evaluación interna** por su parte promueve una participación más dinámica y significativa de la población. Fortalece procesos de evaluación y retroalimentación desde el mismo proyecto. Contribuye a una visión más dinámica, autónoma y sostenible del desarrollo del proyecto. El proceso participativo de los 80 en Nicaragua facilita implementar, con éxito, procesos de esta naturaleza. En los 90, hay preferencia por las técnicas grupales y participativas para involucrar a la población, sobre todo, en diagnósticos y promoción de acciones. Esto puede indicar una mayor preocupación por ajustar la oferta institucional a las demandas de las comunidades atendidas.

La EPB es un método de evaluación interna y participativa. Los mismos actores directos están llamados a valorar, con sus propios criterios, los cambios/efectos a nivel de campo. Su participación y apreciación tiene un papel determinante. Los líderes locales o promotores tienen el papel de "evaluadores" y el personal técnico de "facilitadores logísticos" del proceso.

Para PASOLAC, el grupo más importante y más adecuado para evaluar los resultados obtenidos son los beneficiarios. Ellos son los mejor situados para analizar si se logra la finalidad de *"contribuir a mejorar los recursos productivos en laderas"* (PASOLAC, 1995).

2.3 Metodología de la EPB

La EPB surge como una adaptación de tres antecedentes metodológicos:

1. Del método *Beneficiary Assessment* desarrollado por el Banco Mundial toma los principios de contribuir al fortalecimiento (*empowerment*) de los actores directos para que puedan ampliar su voz a los que ayudan a su desarrollo; y crear y fortalecer 'puentes' de comunicación permanente (proyecto <-> beneficiarios) para lograr sostenibilidad de las acciones. Sin embargo la EPB hace tres adaptaciones.
 - i) *La EPB puede hacerse entre entidades en una misma zona y entre comunidades de una misma entidad.* Los beneficiarios viven en comunidades pequeñas y a veces dispersas. Muchas veces ni conocen el proyecto, ni hay necesidad de conocerlo. El contacto principal es la entidad(es) que lo(s) atiende(n).
 - ii) *La EPB es un procedimiento participativo que aprovecha el potencial humano disponible en las entidades.* No se busca un experto o consultor externo, sino más bien aprovechar/fortalecer los conocimientos y liderazgos locales (promotores, productores). También se aprovechan los conocimientos del personal técnico que les atiende.
 - iii) *La EPB debe obtener resultados objetivos que contribuyan, además, a fortalecer la interacción entre entidades.* Se propone que "promotores evaluadores" (3) de una entidad visiten fincas de "productores evaluados" (hasta 6), en un sitio de intervención de otra entidad. El principio de la imparcialidad dará objetividad a la evaluación y evitará posibles roces o conflictos entre vecinos o conocidos.
2. De los principios del "Diagnóstico Rural Participativo" (DRP)...toma los siguientes principios (Rietbergen-McCracken J. 1991; PRODAF-GTZ 1993; PASOLAC 1996 y otros...)
 - i) *Semiestructurado.* No prever todo en un cuestionario rígido. Conocer/profundizar, con flexibilidad, según la marcha de los acontecimientos y los elementos claves.
 - ii) *Uso de varias herramientas metodológicas y técnica visual.* La selección toma en cuenta el propósito, las circunstancias y el(los) tipo(s) de informante(s). La devolución de información es visual para la comprensión de todos, aún los que no sepan leer y escribir
 - iii) *Participativo:* El método exige un cambio de actitud de los participantes. "*Querer aprender de los campesinos, querer oírlos y querer estudiar de ellos*". No se trata de sustraer información de manera eficiente. La EPB fortaleció conocimientos de productores, promotores y comunidad en un clima de rápida confianza, entendimiento, actitud de intercambio y motivación.
 - iv) *Triangulación:* El análisis con distintos informantes y diversas herramientas dan validez a la información. Este análisis cruzado reemplaza al análisis estadístico.
 - v) *Documentación oportuna de resultados:* Exige buena organización del trabajo de equipo (promotores y facilitadores). Se producen resultados a nivel de finca y de comunidad

3. Del método del Seguimiento Participativo del Impacto" (SPI-)², toma el propósito de mejorar la capacidad de seguimiento y gestión de la población, la cual está en cooperación con otros actores (ONG, donantes).

3. El Proceso de la EPB en la Práctica

A continuación se describe en dos tablas el conjunto de preguntas realizadas a los distintos agentes en el proceso de ejecución de la EPB en la evaluación del Programa. La Tabla 1 lista las preguntas hechas por los "promotores evaluadores" para identificar efectos a nivel de finca, mientras que la Tabla 2 muestra aquellas realizadas para identificar tasas de adopción y razones para no adoptar a nivel de la comunidad.

Tabla 1. Lista de preguntas para identificar impactos a nivel de finca.

Prácticas usadas	
Prácticas usadas y área con prácticas	<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué prácticas usa o tiene (para componer la parcela) en su finca? 2. ¿Cuánto del área agrícola tiene con prácticas de conservación?
Efecto a nivel de parcela	<ol style="list-style-type: none"> 3. ¿Cómo ve ahora el lavado o arrastre de tierra? (erosión) 4. ¿Cómo ve ahora la humedad que guarda el terreno? (retención) 5. ¿Cómo ve ahora la fuerza de la tierra? (fertilidad) 6. ¿Cómo se le pega la cosecha ahora comparado con antes de usar las prácticas? (productividad)
Efecto a nivel de finca	<ol style="list-style-type: none"> 7. ¿Después de tener las prácticas instaladas, cómo fueron los gastos comparados con antes? 8. ¿Con las prácticas instaladas, cómo siente el trabajo?, mayor, igual o menor que antes? 9. ¿Qué otros provechos, ventajas, utilidades o usos saca de las prácticas? (sub-productos) 10. ¿Tiene su finca más o menos cultivos o produce más o menos que antes? (Intensificación) 11. ¿Cómo es el valor de su finca ahora?, por las mejoras?
Recapitulación	<ol style="list-style-type: none"> 12. ¿Cuáles son las prácticas más importantes? 13. ¿Cuáles son los efectos más importantes que le dan esas prácticas?

Fuente: Meyrat 1996.

² Iniciado en 1991 por el Servicio de Información y Asesoría sobre Tecnologías Apropriadas de la GTZ.

Tabla 21. Lista de preguntas para identificar impactos a nivel de la comunidad

<p>A) ¿Cuántos productores hay? (en la zona o la comarca)</p> <p>C) ¿Cuántos productores tenían CSA hace 3 años?</p> <p>E) ¿Cuál es el área con CSA? (de la zona o la comarca)</p>	<p>B) ¿Cuántos productores tienen CSA actualmente?</p> <p>D) ¿Cuál es el área agrícola total? (de la zona o la comarca)</p> <p>F) ¿Cuál era el área con CSA hace 3 años? (de la zona o la comarca)</p>
---	---

Fuente: (Meyrat. y Mendoza 1996).

Procedimiento:

- Preguntas A, B, C: Se preguntó directamente al grupo
- Pregunta D: Se preguntó qué *área agrícola promedio* tiene una *finca "típica"* (mz). El área agrícola incluye cultivos y tacotales. Se multiplicó este valor por el obtenido en A.
- Pregunta E: Se preguntó qué *área promedio* está bajo CSA *ahora* Se multiplicó este valor por el obtenido en B.
- Pregunta F: Se preguntó qué *área promedio* estaba con CSA *hace 3 años*. Se multiplicó este valor por el valor obtenido en B.

4. Algunos Resultados de la Aplicación de la EPB

Las respuestas a las preguntas delineadas en la sección anterior permitieron identificar las prácticas de CSA de preferencia clasificadas en cuatro grupos de acuerdo con sus efectos. Las tablas 3-6 que se muestran a continuación, listan estas prácticas así como el porcentaje de agricultores que las usan.

Tabla 22. Prácticas cuyo efecto principal es aumentar la fuerza de la tierra (fertilidad)

Práctica	%	Práctica	%
No quema	81	Labranza mínima	13
Manejo de rastrojos	64	Gallinaza	8
Abonos orgánicos, estiércol	36	Pulpa café	6
Abonos verdes	36	Asocios y rotación de cultivos	4 y 2

Tabla 23. Prácticas que disminuyen o controlan el lavado del suelo y retienen humedad

Práctica	%	Práctica	%
Siembra en contorno	87	Diques	28
Barreras muertas	51	Terrazas (diferentes tipos)	18
Acequias	43		

Tabla 24. Prácticas que disminuyen el lavado del suelo y aumentan la fuerza de la tierra

Práctica	%	Práctica	%
Barreras vivas	70	Cultivo/callejones	8

Tabla 25. Prácticas forestales y de arborización para conservar fuentes de agua

Práctica	%
Cercas vivas; agroforestería conservación y manejo de bosques; plantación de frutales	42

Fuente: Tablas 3-6 PASOLAC 1996

Finalmente, a continuación se listan las principales razones que los entrevistados dieron para no adoptar las prácticas de CSA.

1. Falta de dinero y tiempo. Priorizan otras actividades incluyendo la migración temporal.
2. Prácticas CSA implican trabajo duro (bastante tiempo)
3. Resultados a largo plazo
4. Tenencia de la tierra
5. Ganaderos no hacen CSA (interferencias entre CSA y manejo del ganado)
6. Efectos negativos (ej. Aumento de plagas; terrazas retienen mucha agua...)
7. Prácticas que merman el área útil de la tierra.
8. Falta de conocimiento de algunos productores sobre el daño de la erosión
9. Escasa coordinación de entidades con la comunidad
10. Falta de material vegetativo y herramientas para CSA
11. Algunos incentivos motivan a los productores (pago, alimentos,...) pero desmotivan una vez eliminados (abandono, poco mantenimiento, ...)

5. Conclusiones

La experiencia presentada en este trabajo y otras que se han realizado en el contexto de otros proyectos³, muestra que la EPB es un método participativo, ajustable y confiable, para identificar aspectos cuantitativos y cualitativos de la decisión campesina sobre adoptar o no tecnologías alternativas. Aun así, la EPB puede y debe ser utilizada de manera complementaria con otros métodos. A continuación se presentan algunas conclusiones relevantes sobre los aspectos sobresalientes de la metodología presentados en este trabajo.

5.1 Sobre los conceptos

1. La EPB es un método de evaluación participativa donde los actores directos evalúan, con sus propios criterios, los cambios/efectos a nivel de campo. Su participación y apreciación tiene un papel determinante. Los líderes locales o promotores realizan el papel de "evaluadores" y los técnicos de "facilitadores logísticos" del proceso.
2. La EPB fortalece las capacidades locales de seguimiento y evaluación y permite incluir una perspectiva desde los mismos agricultores.
3. La EPB contribuye a fortalecer la interacción entre diferentes actores para el desarrollo sostenible de un proyecto (entidades, técnicos, productores, promotores..).

5.2 Sobre el método

1. La EPB es un método participativo, ajustable y confiable para identificar aspectos cualitativos y cuantitativos de la decisión campesina para adoptar o no tecnologías alternativas. La EPB puede y por debe ser utilizada de manera complementaria con otros métodos
2. La EPB no es un fin en sí misma, sino un proceso continuo de reflexión y retroalimentación entre decisores de proyectos y población atendida
3. La EPB se basa en adaptaciones de la metodología de *Beneficiary Assessment* y los principios de otros métodos participativos tales como DRP y PIM.

5.3 Sobre los resultados

1. El grupo de agricultores prefiere una *cierta combinación de prácticas CSA* (la EPB no profundizó sobre causas y condiciones). Esto dificulta la evaluación o cuantificación del(os) efecto(s) a nivel de una sola práctica.
2. La adopción/no adopción de tecnología en CSA es compleja. Requiere de conocer y analizar integralmente: el 'abanico' de prácticas y las heterogeneidades agroecológicas y socioeconómicas de los agricultores.

3 PCAC en 1996; UNICAM y TIERRA y VIDA en 1997.

3. la preferencia de los agricultores y los efectos percibidos, las prácticas CSA pueden agruparse en 4 tipos:
 - Prácticas que aumentan la fertilidad
 - Prácticas que disminuyen o controlan el lavado del suelo y retienen humedad
 - Prácticas que disminuyen el lavado del suelo y aumentan fertilidad
 - Prácticas para conservar fuentes de agua
4. El estudio demuestra que entre 1994 y 1996:
 - el número de adoptadores se incrementó del 8% al 34%
 - el área agrícola con CSA se incrementó del 2% al 18%
5. Varios factores intervienen: experiencia de 4 ó 5 años de algunos agricultores; zona de alta presencia institucional, alta promoción de CSA; uso de incentivos condicionados, et

5.4 Sobre sus limitaciones

1. La composición del grupo puede implicar un sesgo. Si el grupo se constituye sólo por adoptadores, su visión puede diferir de un grupo mixto representativo de la situación de CSA a nivel de la (s) comunidad(es).
2. La EPB permitió identificar preferencia por la combinación de prácticas CSA y razones para no adoptar CSA. Sin embargo, ambos aspectos requieren profundizarse en un estudio posterior que retome los insumos de la EPB.
3. Cuando se analizan situaciones multitemáticas (CSA, género, huertos, ganadería, etc.) el proceso de triangulación y la devolución de información se hace más compleja.

Bibliografía

- Gohl Germann 1993 ISAT-GTZ.. Pequeña guía al Sguimiento Participativo del Impacto "PIM".
- Hocdé Henri, 1997. Agricultor-Experimentador. Un actor emergente en los sistemas centroamericanos de generación y difusión de conocimientos.
- IRENA, PASOLAC, SUWAR. DRP: Cuenca sur del lago de Managua. Julio, 1993.
- PASOLAC, 1996. Moncada; Deriaz. Evaluación interna de fase: Informe final. Misión de acompañamiento (MISAC).
- PASOLAC, 1995. Documento #67. El proceso de Evaluación Interna de Fase (EIF). Nicaragua.
- PASOLAC-PRM-PROFRIJOL, 1997. Memoria del Taller sobre Estudios de Adopción
- Meyrat Alain, 1996. PASOLAC. Informe nacional de la EPB.
- Meyrat Alain, Mendoza Bismark. PASOLAC, 1996. Documento #88. Sistematización de la metodología de la Evaluación Participativa por Beneficiarios.
- Salmen 1992. Beneficiary Assessment: An approach described. Banco Mundial.
- Sepúlveda Sergio y Richard Edwards Desarrollo sostenible, Organización social, marco institucional y desarrollo rural. IICA, 1996. San Salvador, El Salvador.

ADOPCION DE PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA EN LADERAS, CINCO PINOS, CHINANDEGA, NICARAGUA

Bismarck Mendoza

1. Introducción

1.1 Antecedentes y objetivos

Entender como una práctica de conservación de suelos y agua (CSA) se inserta en un sistema de producción con patrones de cambios complejos, donde participan los agricultores, requiere de esfuerzos de seguimiento y evaluación. Un instrumento apropiado para tales fines es el estudio de adopción.

Considerando importante medir la adopción de las prácticas promovidas, su caracterización y los métodos de transferencia, la Sociedad Garmendía Jirón y Responsabilidad Limitada (SGJRL) solicitó al Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), apoyo para efectuar conjuntamente el presente estudio, con el fin de determinar el grado de adopción de las tecnologías CSA transferidas a los productores de las microcuencas Cinco Pinos y Chaparral. Esta sociedad ha promovido desde 1992 en una población meta de 564 productores, un abanico de prácticas de CSA como: no quema, barreras muertas, labranza mínima, diques, siembra en curvas a nivel, acequias, aplicación de abonos orgánicos, terrazas individuales, barreras vivas, abonos verdes, reforestación y cercas vivas (ver anexo). La documentación de seguimiento de la misma, reporta un 61% de productores aceptando al menos una práctica de CSA.

La presente publicación presenta los resultados del estudio y la experiencia metodológica, que es parte del estudio publicado por la SGJRL y el PASOLAC en abril de 1997.

Este trabajo persigue los objetivos siguientes: (1) Determinar la adopción de las tecnologías CSA transferidas a los productores en las microcuencas: Cinco Pinos y Chaparral; (2) Identificar las tecnologías más aceptadas y adaptadas por los productores y los mecanismos de difusión; (3) Conocer las razones de la adopción y la no adopción; y (4) Identificar aspectos socioeconómicos que influyen en la adopción de tecnologías de CSA.

2. Metodología

Inicialmente se realizaron cuatro reuniones con la Unidad de Apoyo al PASOLAC, con quienes se determinó la formación de un equipo multidisciplinario integrado por técnicos de las Facultades de Recursos Naturales y Educación a Distancia y Desarrollo Rural de la Universidad Nacional Agraria, UNAN/ESECA, la UAP/PASOLAC y el equipo técnico de la SGJRL. En reuniones previas a la fase de campo se analizaron los requerimientos del estudio y se elaboró un cuestionario que fue validado en algunas comunidades. El cuestionario fue estructurado para cumplir los objetivos del estudio con los siguientes tópicos: Adopción en términos de tiempo, área y número de productores aplicando prácticas de CSA, preferencia o razones para aplicar una práctica o abandonarla, efectos positivos y negativos de las prácticas de CSA en fincas de aceptadores, fuentes de innovación y visitas a las parcelas para verificación (a un 50% de la muestra).

Se seleccionaron 6 comunidades, con un listado de productores habitantes de ellas, para seleccionar un 25% para la muestra (104 entrevistados). Se visitó a la mitad de los entrevistados en sus parcelas, para verificar estado y adopción de tecnologías.

Las comunidades sometidas al estudio presentaron características representativas en las microcuencas. El equipo de encuestadores fue integrado por un técnico de la Sociedad y un miembro del equipo multidisciplinario, para cada comunidad, con un promedio de 4 entrevistas por día.

El estudio se realizó en las microcuencas de Cinco Pinos (municipio Cinco Pinos), cuya área cubre 26.45 km² (2 645 ha.) y El Chaparral, con un área de 22.65 km² (2 265 ha), (municipio San Pedro de Potrero Grande), en el departamento de Chinandega, Nicaragua. Las microcuencas están localizadas entre las coordenadas 13° 11' a 13° 18' Latitud Norte y 86° 49' a 86° 53' Longitud Oeste. Fisiográficamente se localizan en la Provincia Tierras altas del interior y Sub - provincia Pie de Monte del Oeste. Son formaciones geológicas del período terciario, con elevaciones entre 220 a 1300 msnm., con relieve fuertemente escarpado. El clima pertenece a Sub húmedo, con un patrón de precipitación bimodal, con una estación lluviosa marcada entre los meses de mayo y octubre, y un periodo de canícula entre el 15 de Julio y el 15 de Agosto. La precipitación es menor a los 1500 mm anuales y se localizan bosques de coníferas y latifoliadas. Los suelos son superficiales menores de 30 cm. de profundidad, de diferentes coloraciones y características morfológicas.

3. Resultados

3.1 Aspectos de prácticas adoptadas

El estudio reportó que un 72% de los productores en las seis comunidades, adoptaron y adaptaron al menos una práctica de CSA, como se observa en la Figura 1. La misma figura presenta los años de mayor promoción y aceptación (1992 y 1995).

El estudio determinó un 33% del área agrícola cubierta con prácticas de CSA, lo que representa un 18% del área total. En la Figura 2 se reporta un área agrícola de 458 ha, de las cuales 147 ha. presentan al menos una práctica de CSA. La misma figura reporta casi nula presencia de bosques en la muestra estudiada y un 42% del área utilizada para potreros, lugar donde no existen tecnología de CSA.

Adopción de prácticas de CSA

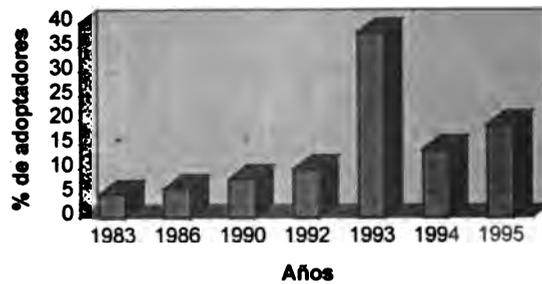


Figura 1. Adopción de prácticas de conservación de suelo y agua. Cinco Pinos, El Chaparral, Nicaragua, 1983 - 1995.

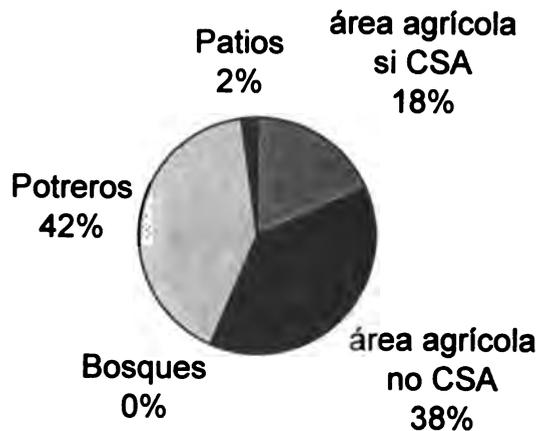


Figura 2. Usos de la tierra y área agrícola con presencia de CSA. Estudio de adopción, Cinco Pinos, 1995

Las práctica más adoptadas por los productores fue la no quema de los rastrojos. Es promovida por los productores desde antes de los años 80. Su mayor adopción se da en el período 1991 - 94 por esfuerzo de la SGJRL. Después de la no quema se encuentran prácticas como construcción de diques, de barreras muertas, y vivas, y la siembra en curvas a nivel, prácticas que tienen su máxima adopción en 1992. Estas tecnologías también se conocían antes de 1990. Observar figura. 3.

La adaptación de las prácticas se expresa al combinar las obras físicas con las biológicas, lo que se hace con el fin de fortalecer las obras y optimizar sus beneficios (según Tabla 1). El estudio muestra que un 21% del área agrícola está siendo conservada con un máximo de 2 prácticas y un 58% del área agrícola con más de 3 prácticas. **En visita a los lotes del agricultor**, se pudo observar que un 69% de las prácticas se les está dando un buen mantenimiento y un 31% requieren de un mantenimiento más continuo.

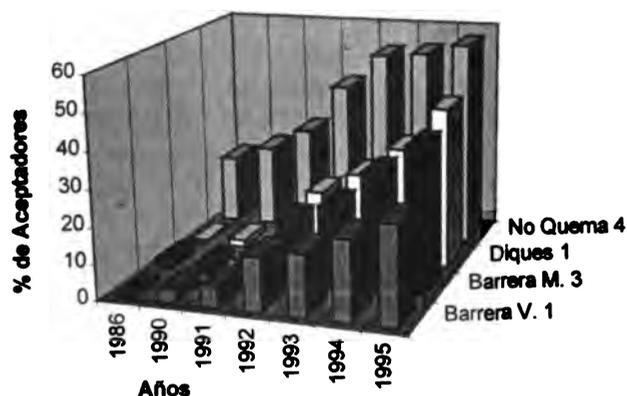


Figura 3. Prácticas adoptadas por los productores, Cinco Pinos 1995.

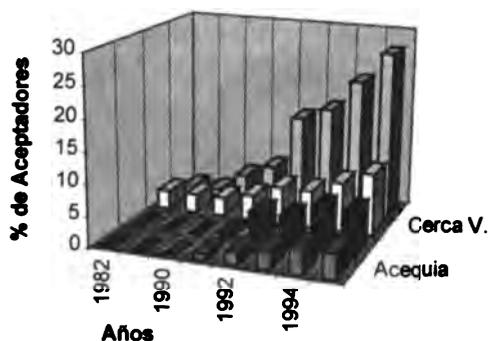


Figura 4. Prácticas adoptadas por los productores, Cinco Pinos 1995.

Tabla 1. Prácticas adoptadas por productores en sus áreas agrícolas, microcuencas Cinco pino, El Chaparral. 1995.

Práctica de CSA	% Adoptando	% Área con CSA
Una práctica	16	21
Dos prácticas	16	21
Tres prácticas a más	40	58

Prácticas de CSA preferidas por los productores: Si agrupamos las prácticas biológicas presentadas en la Tabla 2, sumarían una frecuencia de preferencia de 53%, y dentro de ellas las barreras vivas representan un 27%, las cercas vivas un 11% de la frecuencia preferente total. Las obras físicas presentaron una frecuencia preferente de

31%, siendo más representativas las Barreras muertas con un 15%. La razones de preferencia según el estudio, están relacionadas con los aprovechamientos que los productores obtienen de las prácticas y los recursos con que cuentan para realizarlas. Existen algunas razones sin comentarios, que indican seguramente poca preferencia.

Tabla 2. Frecuencia de opinión, sobre prácticas de CSA y razones de preferencia por los agricultores. Estudio de Adopción Cinco Pinos, 1995.

Prácticas de CSA	Frecuencia (%)	Razones de preferencia
Barreras vivas	27	Alimenta ganado, retiene humedad, suelo y aporta leña.
Barreras muertas	15	Retiene humedad y suelo, dan mayor espaciamiento al terreno.
Cercas vivas	11	Alimenta ganado y leña.
Diques	8	Retiene tierra y disminuye fuerza del agua.
Acequias	8	Sin comentario
Abono orgánico	7	Fertiliza la tierra
Abono verde	7	Aumenta fertilidad y producción.
Siembra en curvas a nivel	4	No comentaron.
Cortina rompe viento	4	Disminuye velocidad del viento.
No Quema	4	Aumenta vida de la tierra.
Labranza Mínima	2	Sin comentario
Cultivos en callejones	2	Sin comentario
Reforestación	2	Sin comentario

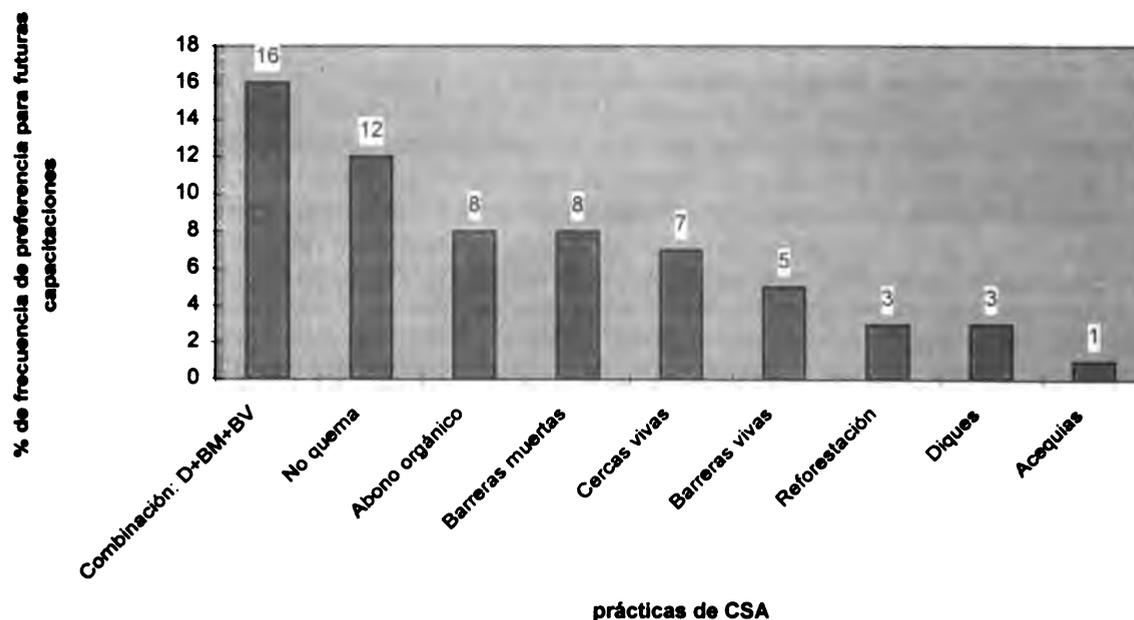


Figura 5. Prácticas preferidas por los productores para futuras capacitaciones, Cinco Pinos, 1995.

Problemas que presentan las prácticas de CSA

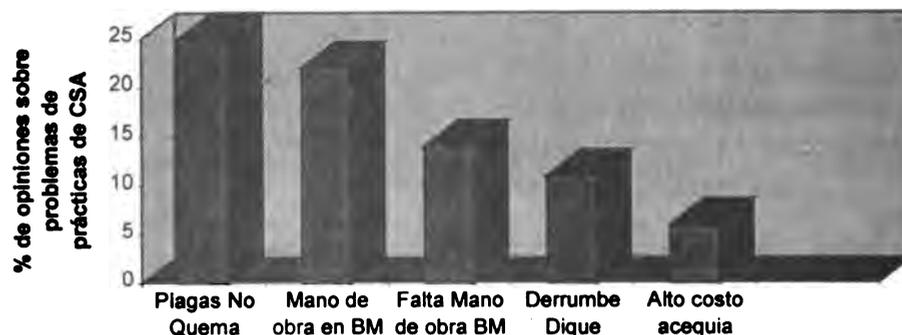


Figura 6. Problemas observados por los agricultores en tecnologías adoptadas.

Algunas prácticas presentan problemas que pueden afectar la adopción por otros productores, el estudio señala que la no quema aumenta la presencia de plagas en el suelo, la barreras muertas tienen altos costos de mano de obra y la piedra es escasa, los diques se derrumban entre los principales argumentos presentados en la Figura 6. A partir de esas premisas, los agricultores plantean nuevas temáticas de capacitación, como el manejo integrado de plagas.

3.2 Aspectos institucionales y de transferencia que afectan la adopción

En el área del estudio realizan actividades la SGJRL, el Programa Campesino a Campesino de la UNAG, el Bloque Intercomunicación pro Bienestar Cristiano y la Comisión Social (Fundación para el Desarrollo Social de Cinco Pinos), que promueven algunas prácticas de CSA. Sin embargo los productores reconocieron como su principal fuente de innovación la SGJRL, con un 75% de opinión, y un 7% para las otras instituciones. Estas instituciones utilizan diferentes mecanismos para la transferencia, entre las que figuran: días o giras de campo, talleres, encuentros etc. De esas modalidades, los agricultores recomiendan para futuros eventos de capacitación priorizar las actividades de transferencia a través de **días de campo y giras** (86% de opinión). A su vez recomiendan se hagan esfuerzos desde las instituciones (SGJRL), para organizar a los productores en las diferentes comunidades, como se hace con los promotores, para fortalecer precisamente el trabajo de promoción.

3.2.1 Difusión y razones de la no Adopción

Un 70% de los entrevistados indicaron que al menos un vecino no tiene prácticas de CSA, en las visitas a lotes se observó que un 29% de las parcelas tenían colindantes con al menos una práctica de CSA.

Las razón más frecuente para no adoptar prácticas de CSA, fue “La falta de interés”, presentada en la Tabla 3. El estudio no logró profundizar con respecto a esta opinión este tipo de respuesta, aun que las otras razones pueden indicar pistas de por qué se de esa falta de interés. Las otras razones tienen que ver actitudes o pensamiento de los agricultores y otras con características sociales como tamaño de propiedades o fincas.

Tabla 3. Las razones de la no adopción manifestada por los vecinos que no adoptaron las prácticas de CSA.

Razones	Porcentaje
Falta de interés	42
El trabajo les parece pesado	15
No creen que es importante	13
Tienen poca tierra o ninguna	10
Dicen que requieren de mucho tiempo	8
Nadie los apoya	8
Por la avanzada edad	6
Piensen que es perder el tiempo	5
Tienen mucha. tierra	5
Sus terrenos son potreros	5

3.3 Aspectos sociales que determinan la adopción de prácticas de CSA

La relación entre adaptadores y tamaño de las propiedades, muestra que un 51% de los productores con menos de 7 ha. tipo (A); están aplicando prácticas CSA. Un 13% de los productores con propiedades entre 7 y 14 ha. tipo (B), y un 9% de los productores con propiedades mayores a 14 también lo hacen. Se observa que la conservación de suelos es más adoptada por los pequeños propietarios, elemento relacionado tal vez con la población meta de SGJRL.

Un estudio similar realizado en la cuenca El Pital, Masaya, Nicaragua, muestra mayor aplicación de prácticas biológicas en productores pequeños con fincas menores de 4 ha, en comparación con productores de fincas con mayor área. Observándose a su vez aplicación similar para terrazas en las diferentes tipologías.(Somarriba 1997).

La relación entre edades de los productores y la adopción de tecnología en CSA muestra mayor receptividad en productores con edades menores a los 50 años de edad, como lo muestran las cifras siguientes:

- a. Productores menores de 30 años, representan el 30%.
- b. Productores entre 30 y 50 años, representan un 63%.
- c. Productores mayores de 50 años, con un 6%.

Las actividades de CSA parecen ser labor única de los agricultores, sin involucrarse los demás miembros de la familia. En la Tabla.4 se observa que un 45% de productores que hacen prácticas de CSA, no reciben ayuda de sus familiares, un 20% expresan que los hijos mayores les ayudan a realizar las prácticas. El carácter pesado de estas obras limita la participación de la mujer (1%) y la situación económica hace que la familia se dedique a otro tipo de actividad que genere ingresos o apoyo indirecto al productor como trabajos domésticos, servicios, venta de productos en el mercado, etc.

Tabla 4. Apoyo recibido por la familia al productor para la CSA.

Modalidad de apoyo	% de apoyo recibido
Solo (sin ayuda)	45%
Hijos	20%
Jornales	15%
Familiares (hermanos)	14%
Mano Vuelta	5%
Esposa	1%

4. Discusión

Los estudios de adopción sin duda alguna deben ser incorporados como parte del proceso de seguimiento y monitoreo cuando se transfiere una tecnología por la constante adaptabilidad que ellos realizan. En Cinco Pinos y El Chaparral, la presencia de combinaciones de prácticas es una muestra de esa tendencia. A su vez, esto requiere de capacitaciones más complejas (politemáticas). Sin embargo para fines de capacitación se tendría que tomar en cuenta el nivel de progreso que tienen los diferentes aceptadores de las prácticas de CSA y las modalidades preferidas (gras de campo).

El estudio determinó algunas prácticas en proceso de desadopción (acequias), por tanto es necesario detectar a tiempo, para evitar costos en su transferencia. Las modalidades de transferencia mencionadas por los agricultores deben ser incorporadas y mejoradas en su aspectos metodológicos para potenciarlas al óptimo, incluyendo métodos participativos de evaluación. El estudio no profundizó algunos aspectos como: las relaciones interinstitucionales en la zona, organización comunitaria y papel de los promotores y algunas razones aducidas para la no adopción, como "la falta de interés", lo cual sería interesante retomar en otro tipo de evaluación.

En cuanto a los aspectos sociales es muy interesante investigador con mayor profundidad la realidad de los productores con mayor área de tierra y seguramente mejores condiciones de bienestar. Asimismo conocer la realidad de los productores adultos con edades mayores a los 50 años, para conocer argumentos de no adopción o análisis de los sistemas tradicionales. La participación de la familia es limitada, seguramente porque las oferta no incluye alternativas para mujeres y niños, aspecto que sería interesante profundizar.

En cuanto al método, sería importante acompañar al sistema de entrevistas, algunos elementos participativos para mayor verificación de la adopción y mayor sensibilidad de los miembros de la comunidad sobre la problemática de la erosión, y así incorporar el instrumento de adopción al sistema de difusión.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

1. El 72% de los productores están adoptando prácticas de conservación de CSA.
2. El 33% del área agrícola posee prácticas de CSA.
3. Las prácticas de CSA de mayor adopción son: la no quema, diques, barreras muertas y barreras vivas.
4. Las barreras vivas y cercas vivas, son las prácticas de mayor preferencia.
5. Las acequias son las prácticas de menor preferencia por sus altos costos.
6. La SGJRL es la principal fuente de innovación en la zona.
7. Los productores demandan la modalidad de: días y giras de campo para futuras actividades de transferencia de tecnologías.
8. Los productores reciben poco apoyo de los familiares, para realizar las prácticas CSA.

5.2 Recomendaciones

1. La adopción de prácticas de CSA debería ampliarse en cada finca y darle mantenimiento a las obras establecidas.
2. Se debería impulsar prácticas de mayor preferencia, tales como obras biológicas o sus combinaciones.
3. Mantener los eventos de transferencia con productores, bajo la modalidad de talleres, días de campo y giras.
4. Incorporación de la familia, en las actividades de agricultura sostenible.
5. Incorporar elementos participativos al sistema de entrevistas.

Bibliografía

- CIMMYT 1993. La adopción de tecnologías Agrícolas. Guía para el diseño de encuesta. México, DF.
- Consultores de Estudio de Base S.A. 1990 Estudio de Base Microcuenca Cinco Pinos. Chinandega Norte. Diagnóstico y propuesta.
- CHINORTE, Plan Operativo de Fase 1993 - 1994 del CHINORTE. Sociedad Garmendia Jirón y Responsabilidad Limitada (SGJRL), plan operativo 1993 - 1994.
- Garmendia H. 1997. Adopción de tecnologías de conservación de suelos y agua en las microcuencas de: Cinco Pinos y El Chaparral, Chinandega. PASOLAC, PRM, PRO-FRIJOL, Taller estudios de Adopción. Managua, Nicaragua.

- PASOLAC, 1992. Inventario de las Técnicas de Conservación de suelo y agua.**
- Somarriba M. 1997. Soil erosion and conservation as affected by land. Use and land tenure, El Pital Watershed, Nicaragua. Texas A & M University, College Station, Texas USA. 167 p.**
- Ulloa, S., Mendoza R. y Jirón N. 1997. Adopción de tecnologías de conservación de suelos y agua. Cinco Pinos, Chinandega. Sociedad Garmendía Jirón y Responsabilidad Limitada. Managua Nicaragua.**

PRODUCCION Y CONSERVACION: ADOPCION DE UN PAQUETE TECNOLOGICO EN CONDEGA, ESTELI, NICARAGUA

*Kai Schrader, Socorro Ulloa
y Arturo Garcia Valenzuela*

1. Antecedentes

En el 1992 el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) empezó la promoción de un paquete tecnológico en la comarca de Santa Rosa, municipio de Condega, Estelí (Región I). El paquete consistía en cuatro componentes (ver Tabla 1), que incluía la variedad de frijol, la densidad de la siembra, la aplicación de fertilizante y la realización de prácticas de conservación de suelo y agua (CSA).

En la comarca de Santa Rosa viven 78 familias. Esta comarca se encuentra en una zona intermedia del bosque tropical seco y bosque tropical húmedo a una altura de 740 msnm a 930 msnm. La precipitación promedio anual varía de 600 mm hasta 700 mm y las temperaturas promedio oscilan entre 20° C mínima y 28° C máxima. Los suelos – en su mayoría franco-arcillosos y poco fértiles– tienen una profundidad de 10 a 30 cm. Los rubros principales son el frijol (en postrera), el maíz (en primera) y el sorgo; la mayor parte de la cosecha está dedicada al autoconsumo. En la comarca predominan los pequeños productores (0.5-9 manzanas), la propiedad, en general, es privada o no legalizada (INTA 1995a; 1995b; 1996).

Partiendo de estas condiciones, el INTA promovió un paquete tecnológico para mantener y aumentar la productividad de la tierra y para mejorar la producción y los ingresos económicos de los productores. En la siembra de primera de 1992, 12 productores implementaron las recomendaciones en parcelas de media o una manzana. Con la modalidad Demostración en Bloque (DB) se transfería el paquete: cada participante de la DB tenía que firmar un convenio con el INTA en el que se especificaba el área y la manera de implementar el paquete promovido. A cambio, recibieron capacitación, asistencia técnica e insumos (semilla, fertilizante y plaguicidas). Además, se garantizó la venta de la producción de frijol.

En la siembra de postrera del mismo año, ya participaron 24 productores y en el año 1993, eran 48 los productores participantes. Los técnicos del INTA reportaron un incremento de los rendimientos de frijol de 12 qq/mz a 27 qq/mz con un rendimiento récord de 40 qq/mz. Fue creado un fondo refaccionario para el financiamiento de los insumos y en el 1994, los productores consiguieron un crédito de la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos (UNAG) para su autofinanciamiento.

2. Metodología

Los técnicos de la Agencia de Condega del INTA y la unidad de apoyo del PASOLAC planificaron un estudio sobre adopción en conjunto, a partir de marzo 1995. Se definieron conjuntamente las preguntas que debería contener el cuestionario, la muestra de personas a entrevistar, el procedimiento de la encuesta y qué se consideraría adopción del paquete tecnológico y de sus componentes (ver Tabla 1). Se puso énfasis en la participación de los técnicos de la zona, tanto en el proceso de la planificación como en la ejecución del estudio.

El cuestionario fue elaborado por la Unidad de Apoyo del PASOLAC. Este cuestionario contenía datos generales sobre las fincas (tamaño, tenencia, rubros) y los entrevistados (edad, años de permanencia en la finca, sexo), datos sobre el manejo de las parcelas con frijol (tamaño, variedad sembrada, densidad de la siembra, fertilización y prácticas de CSA), datos sobre razones para adoptar o no las recomendaciones del INTA e información adicional que se recogía durante una visita a la parcela. Las entrevistas tomaron de media a una hora.

Tabla 1. El paquete tecnológico recomendado por el INTA, sus componentes y la definición de su adopción.

Componente	Recomendación	Definición de la adopción
Variedad de frijol	Esteli 90 A, Esteli 90 B y Esteli 150	Se utilizó en la postrera '95 una de las tres variedades en, por lo menos, una parcela
Densidad de la siembra	90-100 lbs por manzana	Se sembró en la postrera '95 con la densidad recomendada en, por lo menos, una parcela
Fertilizante	Al momento de la siembra: 0,5-1 qq de Completo 18-46-0 y 25 lbs/mz de urea 46%. A los 25 dds: 75 lbs/mz de Urea 46%	Se aplicó en la postrera '95 estos tipos de fertilizante de la manera recomendada en, por lo menos, una parcela
Conservación de suelo y agua	No quema Dejar rastrojo en la parcela (<i>mulch</i>) Siembra en curvas a nivel Barreras vivas y muertas Diques en cárcavas	Se realizaron en la postrera '95 por lo menos dos prácticas de CSA en, por lo menos, una parcela
El paquete tecnológico	Contiene los cuatro componentes	En, por lo menos, una parcela se encontraron todos los componentes en la postrera de '95.

Los días 25 y 26 de octubre 1995, 5 grupos de encuestadores de un total de 14 personas realizaron entrevistas a 30 personas de Santa Rosa, seleccionadas al azar. En la mitad de los casos se visitaba la parcela para verificar la información brindada por los entrevistados. Las boletas fueron analizadas por el personal del PASOLAC y discutidos en un taller con los técnicos de la zona.

3. Resultados

Se entrevistaron un total de 30 productores, seleccionados al azar. 23 de los entrevistados participaron en las Demostraciones en Bloque del INTA. El tamaño promedio de la finca es de 7.5 manzanas, 23 de los entrevistados tienen tierra propia, 13 con título.

La **Figura 1** indica, cuántas personas tenían los diferentes componentes y el paquete tecnológico implementado a la hora de la encuesta. Más de un 90% de los entrevistados tenían sembrada una variedad de frijol recomendada. Un 73% tenían, por lo menos, 2 prácticas de CSA realizadas en la parcela de frijol. Un 53% sembraron el frijol de la manera recomendada y un 10% aplicaron el fertilizante según las recomendaciones del INTA. No se encontró en la muestra un productor o una productora que hubiera realizado todos los componentes del paquete tecnológico en una parcela.

La **Figura 2** se refiere al área bajo frijol: los entrevistados cultivaron, en postrera del 1995, en total 56 manzanas de frijol. La variedad de frijol recomendada se encontró en un 75% de este área. Un 68% del área tenía prácticas de CSA y un 34% fue sembrada con la densidad recomendada. Se aplicó el fertilizante, según las recomendaciones, solamente en un 9% del área en cuestión. No hubo áreas con todos los componentes.

Ambas **Figuras** muestran una alta tasa de adopción para el componente variedad de semilla de frijol. Buenos rendimientos y la resistencia contra sequía, lluvia y enfermedades eran las razones más mencionadas para sembrar las variedades recomendadas. La Tabla 2 resume las razones por la que se utilizó los diferentes tipos de semilla.

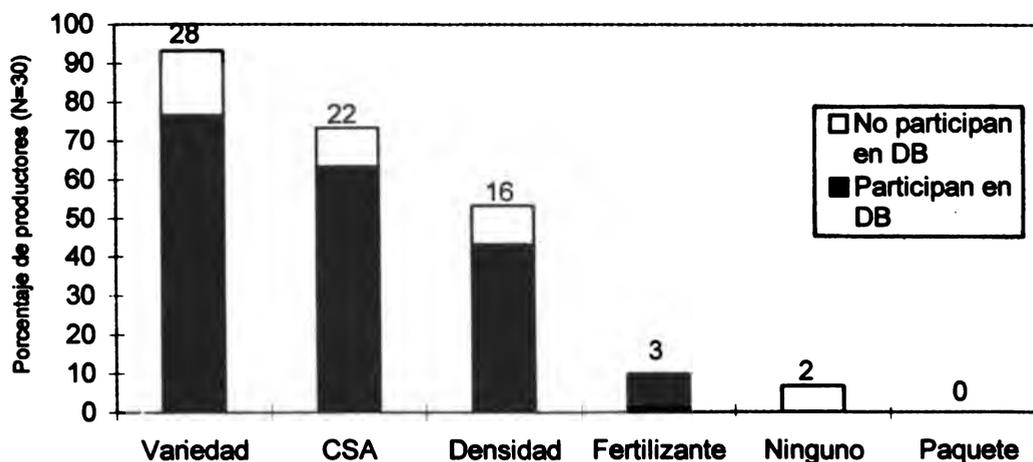


Figura 1. Participantes y no participantes en las Demostraciones en Bloque (DB) y los componentes adoptados

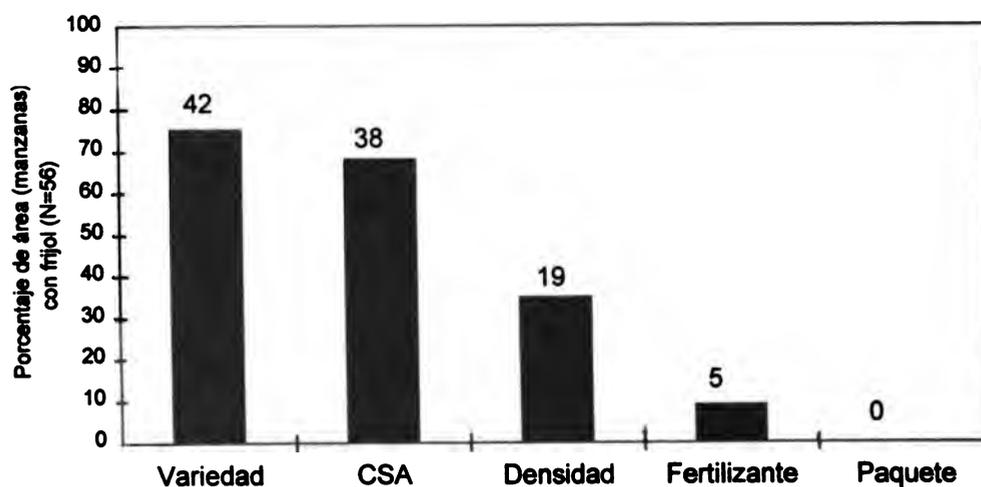


Figura 2. El área bajo frijol (total: 56 manzanas) con los diferentes componentes

Tabla 2. Razones mencionadas para utilizar o no variedades recomendadas.

Razones mencionadas	Estelí 90 A	Estelí 90 B	Estelí 150	Otro tipo
Es más resistente contra sequía	2	8	2	-
Es más resistente contra plagas y enfermedades	4	11	3	-
Es más resistente contra la lluvia	1	4	1	-
Total Resistencia	7	23	6	-
Da buen rendimiento	12	18	6	1
Tiene buen precio	3	1	2	9
Total Rentabilidad	15	19	8	10
Semilla es barata	1	1	-	-
INTA la trae	-	2	-	-
No tenía otra semilla	2	-	-	-
Total Acceso a semilla	3	3	-	-
Tiene buen sabor	1	4	-	-
Total Otros criterios	1	4	-	-

La realización de prácticas de conservación era condición para poder participar en las DB, de esta manera un 68% del área total con frijol tenía prácticas de CSA. Aunque en la visita a la parcela se constató que algunas prácticas tenían calidad dudosa. La **Figura 3** muestra cuántas personas realizaron prácticas de conservación de suelo y agua en la postrera del 1995.

Las personas entrevistadas que no tenían prácticas de CSA realizadas dijeron que les faltaba el tiempo (6 menciones), la capacitación (2), el dinero (1), la tierra propia (1) o simplemente el interés (1).

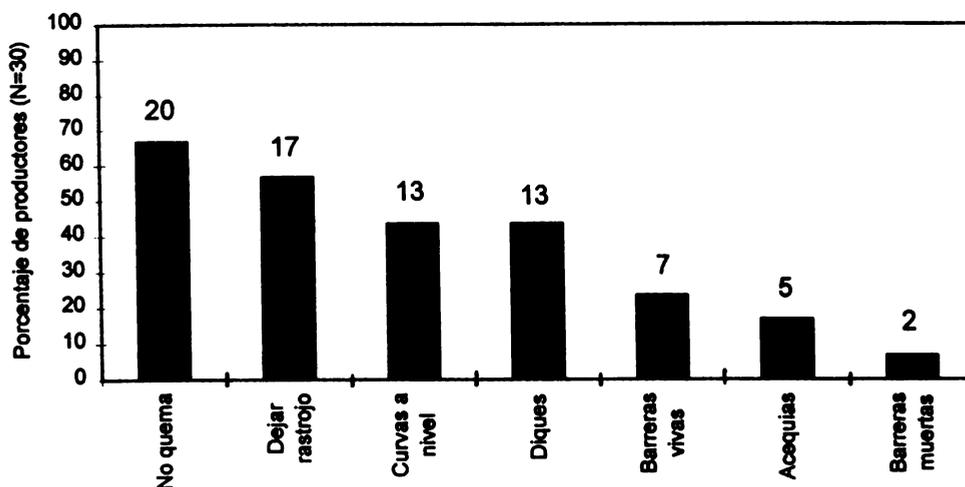


Figura 3. Prácticas de conservación de suelo y agua realizadas por los entrevistados (N=30).

La recomendación de sembrar en cierta densidad fue tomada en cuenta por 16 productores.

Las razones para sembrar densidades bajas fueron:

- las plantas desarrollan mejor (5 menciones)
- es más barato (2)
- se puede controlar mejor las malezas (1)

Las razones para sembrar más denso eran:

- se previenen malezas y enfermedades (5)
- se aumenta el rendimiento (4)
- es costumbre (2)
- el terreno es malo (1)

La recomendación para la aplicación del fertilizante fue tomada en cuenta, en la siembra de postrera 1995, por solamente tres productores. La falta de recursos económicos era la razón principal para no abonar la parcela (15 menciones). Dos (2) personas no utilizaron fertilizante porque su terreno no lo necesitaba y 2 porque es costumbre de no aplicar fertilizante. 7 entrevistados utilizaron otro tipo de fertilizante.

4. Discusión y Conclusiones

4.1 Acerca de los resultados

Podemos constatar que no hubo adopción del paquete tecnológico recomendado por el INTA. Pero sí hubo una adopción variada, según los diferentes componentes del paquete. La **Figura 4** muestra las combinaciones encontradas en el estudio.

El estudio mostró que los productores entrevistados no adoptaron el paquete tecnológico promovido por el INTA, sino componentes de éste: los productores "abrieron el paquete" para tomar en consideración las recomendaciones que les parecían más interesantes y/o que podían integrar en su sistema de producción en este momento. Las recomendaciones estándar (densidad de la siembra, aplicación de fertilizante) sufrieron modificaciones según las apreciaciones y posibilidades de los productores.

En discusión con los técnicos del INTA, se concluyó que sería mejor promover "canastas abiertas" en vez de paquetes tecnológicos cerrados para que el productor o la productora pueda elegir entre diferentes componentes. Los técnicos deberían tener el papel de facilitadores que informan y aconsejan. Se recomendó una mayor flexibilidad en las ofertas tecnológicas y una mayor consideración de los gustos particulares.

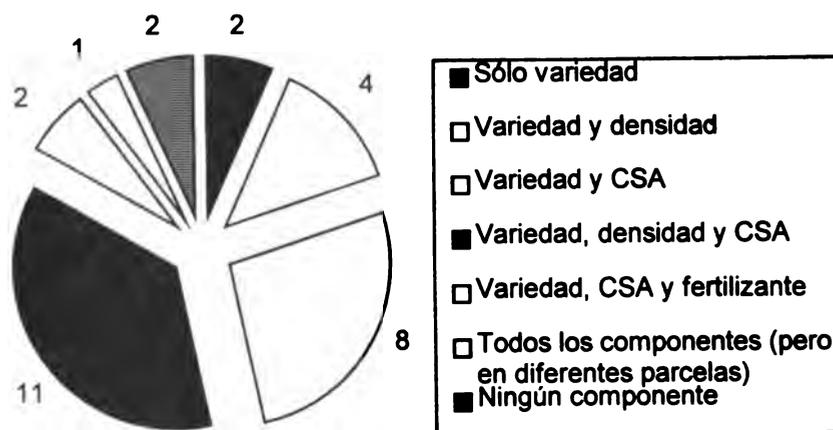


Figura 4. Número de productores según los componentes y sus combinaciones adoptados.

4.2 Acerca de la metodología del estudio

Con este estudio de adopción, planificado y realizado con técnicos del INTA, tenemos un documento sobre los avances de la transferencia de tecnologías agrícolas promovidas por el INTA en la comarca Santa Rosa, Condega. El estudio no tiene ambiciones científicas, sino más bien prácticas. La metodología utilizada -el tamaño de la muestra, el tipo de boleta, la información recogida, la manera de trabajo en el campo, el análisis y la interpretación de los datos- es adecuada para ser implementada también por instituciones con poca infraestructura y recursos (computadoras, programas analíticos, personal, conocimientos estadísticos, etc.).

La manera sencilla con que se realizó el estudio, el análisis de los datos y la presentación de los resultados permitió la participación de personas no especialistas (por ejemplo, técnicos) en el proceso de reflexión y discusión sobre el proyecto. Los resultados, aunque poco confiables en términos de su representatividad estadística, identificaron los mayores problemas y factores limitantes así como también las principales razones para la adopción de las recomendaciones. El involucramiento del extensionista en todo el proceso del

estudio garantiza una mayor aceptación de los resultados y favorece su participación en la búsqueda de alternativas. Este estudio brinda la posibilidad de corregir el rumbo del proyecto y ajustarlo a las condiciones de la zona y de los beneficiarios.

Se concluyó que sería útil realizar más estudios semejantes en otras zonas de proyectos del INTA y repetir un estudio de adopción en la misma zona después de unos años.

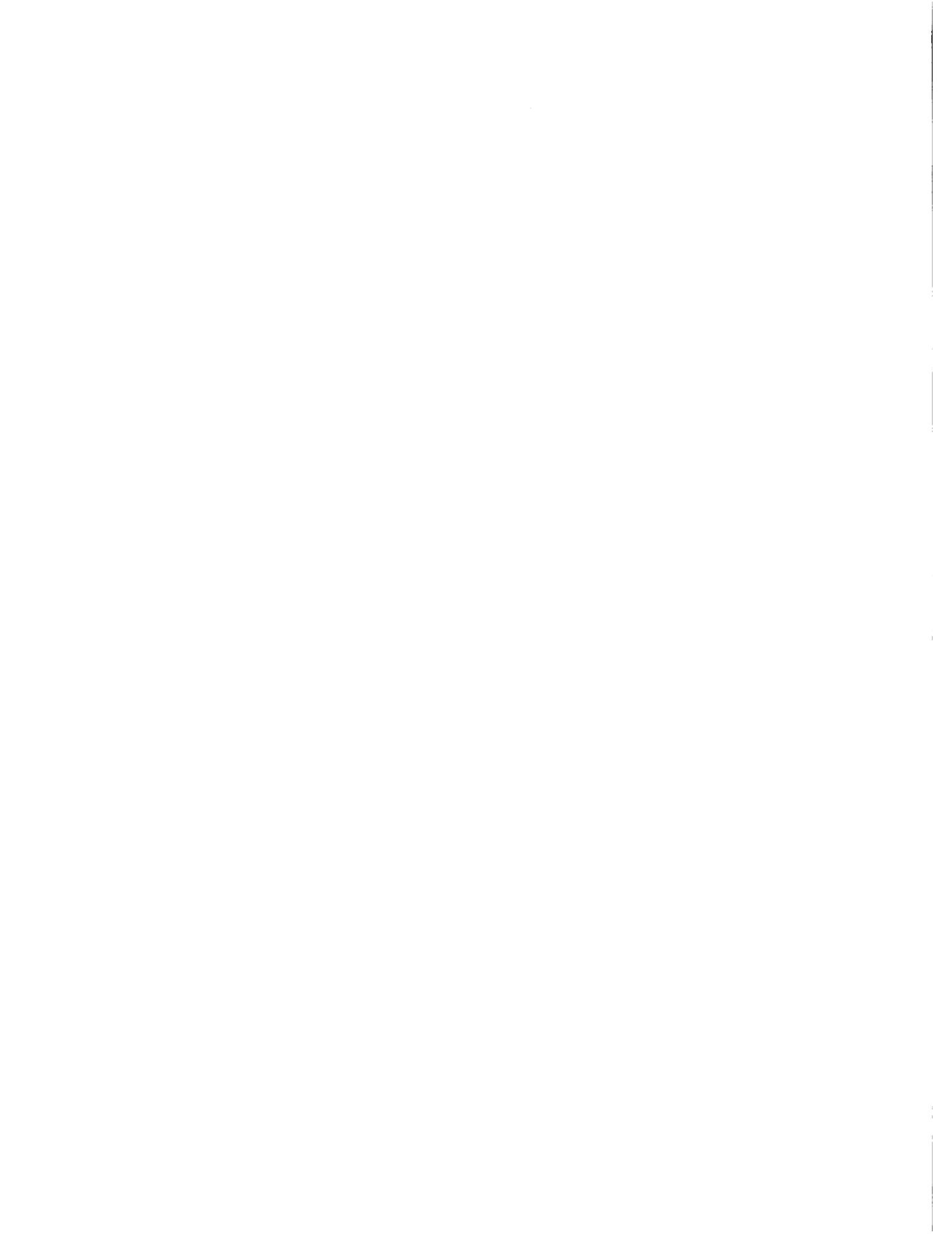
Bibliografía

INTA (1995a): Caracterización de los suelos en la Región B-III. - Documento del Programa Suelos y Agua.

INTA (1995b): Entorno socio-económico sobre el rubro de granos básicos en la Región B-III. - Documento interno.

INTA (1996): Informe final: Certámenes Tecnológicos Región B-III. - Estelí, 153p.

PASOLAC (1996): Producción y Conservación: Estudio de adopción de una recomendación tecnológica del INTA para la zona de Santa Rosa, Condega, región I de Nicaragua. - Documento no publicado No.118, Managua, 1-20.



EL PAPEL DE LOS INCENTIVOS EN LA ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS DE AGRICULTURA SOSTENIBLE. EL CASO GUAJIQUIRO Y OPATORO, LA PAZ, HONDURAS

Kai Schrader

1. Marco Lógico del Estudio

En el marco del Programa para una Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), se está realizando desde octubre 1995 un **estudio sobre el papel y la economía de incentivos** para la promoción de prácticas de conservación de suelo y agua (CSA). El objetivo general del estudio es conocer y sistematizar las experiencias con el uso de incentivos, hechas por diferentes instituciones en los tres países de incidencia del programa (Nicaragua, Honduras y El Salvador).

Una parte clave del estudio, es la realización de **cuatro estudios de adopción** en diferentes regiones para reconstruir y entender el proceso de decisión de los productores a la hora de realizar o no y mantener o no prácticas de CSA y sobre todo, para conocer el papel que juegan los incentivos en este proceso. Se han realizado dos estudios de caso en Nicaragua con entrevistas a un total de 200 productores (UCA-San Ramón y PASOLAC 1996; FIDER, PASOLAC y UNICAM 1997) y uno en Honduras con una encuesta a unos 150 beneficiarios y no beneficiarios del proyecto Desarrollo Rural Integrado Margoas-Goascorán (DRI-MARGOAS) que fue ejecutado entre 1980 y 1992 (APAS, INTERCOOPERATION y PASOLAC 1997).

El estudio de caso presente tenía **dos objetivos** con los resultados esperados siguientes:

1.1 Conocer el grado de adopción de las prácticas promovidas

Conocer cuántas personas implementaron que tipo de práctica en qué cantidad de área, cuántas personas mantienen o abandonaron las prácticas implementadas, cuáles son las razones para realizar, mantener y abandonar ciertas prácticas.

1.2 Conocer la contribución de los incentivos en la adopción

Conocer cómo influyeron los incentivos en la decisión del productor o de la productora para realizar cierta práctica, qué tipo de incentivo era necesario, apropiado, útil, no necesario o hasta problemático, qué tipo de prácticas requieren qué tipo de incentivos y qué prácticas se mantienen después de la suspensión de la entrega de los incentivos (sostenibilidad: ¿qué queda cuando el proyecto se retira?).

2. Breve Descripción de la Zona y del Proyecto

La zona se encuentra al sur-oeste de Honduras cerca de la frontera con El Salvador en los departamentos de La Paz y Valle. Aquí tuvo lugar, en los años ochenta, un proyecto suizo-hondureño de Desarrollo Rural Integrado Marcala-Goascorán, conocido como DRI-MARGOAS, que tenía un componente de CSA. Este proyecto, que terminó en 1992, hacía uso de varios tipos de incentivos para la promoción de tecnologías de agricultura sostenible (ASEL).

La zona bajo estudio es de clima templado tropical con temperaturas medias estimadas entre 15 y 18° C y precipitaciones anuales hasta 2,000 mm. Tiene una superficie de 525.5 km² y se encuentra en una altura de 800 msnm a 2 300 msnm. Las pendientes oscilan entre 30 y 50 % y los suelos, de origen volcánico, son franco-limosos, ácidos, relativamente profundos y de baja fertilidad. La erosión de suelo y el subsiguiente empobrecimiento es un límite importante para la agricultura (rendimientos bajos) tanto tradicional y de autoconsumo como tecnificada y de exportación.

En 1987 predominaban los barbechos y potreros naturales (49.3 %), el bosque latifoliado y conífero (26.1%) y los cultivos (21.9%). En 1988 se contaron unos 13'000 habitantes, en su mayoría lencas, trabajando principalmente en la agricultura en forma tradicional (agricultura migratoria de barbecho largo y de barbecho breve).

El proyecto DRI-MARGOAS consistió en varios subprogramas (salud, infraestructura, fortalecimiento comunal, protección del bosque, titulación de la tierra) entre ellos el subprograma Servicios Agrícolas Rurales. Este subprograma tenía los componentes de organización y capacitación de promotores y grupos locales y la extensión agropecuaria. Sus temas técnicos eran el crédito, los granos básicos (maíz y frijol), el café, los huertos familiares, el cultivo de papa, los frutales de altura, los caprinos, el almacenamiento de granos y la conservación de suelo y agua.

Las tecnologías ASEL promovidas por el DRI-MARGOAS eran las siguientes:

- a) El **establecimiento de la agricultura** tradicional y migratoria por la promoción del uso de fertilizante (químico y orgánico), por la introducción de nuevas variedades de granos básicos y de nuevos cultivos y por la intensificación de la producción (riego, uso de agroquímicos, manejo del cultivo).
- b) La **reducción de la roza y quema** en el sistema tradicional y promoción del uso de rastrojo para la fertilización de la parcela.

- c) La **siembra en contorno** en vez de "cruzado" o "donde caiga" para aprovechar más el área disponible y al mismo tiempo retener agua y suelo.
- d) El **aporque alto** en el cultivo de maíz para fomentar el desarrollo de las plantas y mejorar la producción.
- e) El uso del **rastrojo como barrera muerta** para disminuir la erosión de suelo y aumentar la fertilidad del terreno.
- f) La construcción de **barreras muertas** de piedras y madera y de **barreras vivas** de varios tipos de zacate (sobre todo King grass [(*Accharum sinense*) y Merkeron (*Pennisetum merkeri*) y de piña (*Ananas cosmosus*)] para la retención de suelo, abono y agua.
- g) La realización de **acequias** para la retención de agua, suelo y abono.
- h) La construcción de **terrazas y bancales** para reducir la erosión
- i) El uso de **abono orgánico** en diferentes cultivos.

Para promover estas prácticas de CSA se capacitó a **promotores agrícolas campesinos** (véase Zutter 1995), se fortaleció la organización y el intercambio de los productores en la comunidad a través de **grupos locales** atendidos por los promotores (PAC), se brindó **asistencia técnica**, se entregó **material vegetativo, herramientas, equipos e insumos**, se apoyó con **crédito** de diferentes tipos en el **transporte** de productos y materiales y en la **comercialización**, se remuneró en cierta medida las labores de construcción de acequias con un **pago directo** y se estimuló por **sensibilización y concursos** de la "Mejor Milpa".

3. Metodología

Después de haber delimitado la zona -excluyendo zonas de incidencia del proyecto conflictivas, zonas cafetaleras y zonas con mucha incidencia de varios proyectos- se agruparon las comunidades según los siguientes criterios: comunidades con incidencia del proyecto y con muchas (1), pocas (2) y casi ninguna(s) (3) práctica(s) realizada(s) y comunidades sin incidencia del proyecto (4). De cada grupo se sortearon 2 ó 3 comunidades, dependiendo de la cantidad de comunidades en cada grupo. De esta manera se seleccionaron 10 comunidades donde se realizó la encuesta (muestreo al azar estratificado).

Se contrataron y capacitaron, durante cinco días, 6 encuestadores locales para aclarar conceptos básicos del estudio y elaborar el cuestionario en conjunto. Este cuestionario contenía preguntas acerca del sistema de producción (rubros, ingresos, insumos, mano de obra disponible, ganado), de las prácticas ASEL (cuáles, cuándo se implementó, cuántas, dónde, porqué, efectos observados, se da mantenimiento, ventajas y desventajas), de los incentivos recibidos (cuáles, cuántas veces, preferencias), de la finca (tenencia, otras actividades e ingresos) y de la persona (edad, nivel educativo, sexo). Las entrevistas duraron entre media y una hora y media y fueron ejecutadas durante tres semanas. La alta calidad de los datos recogidos en el campo -comparado con otros estudios parecidos- justificó el tiempo invertido en esta capacitación y la elaboración de la boleta "participativa".

Se planificó entrevistar una parte representativa de las personas de cada comunidad seleccionada. Por no tener muchos habitantes (entre 20 y 70 familias), se decidió entrevistar la mitad de las familias en cada comunidad. Las personas a entrevistar fueron sorteadas al azar con ayuda de listas de los Centros de Salud. De esta manera era posible realizar entrevistas a un 44% de la población en cuestión (147 personas).

Además fueron realizados dos reuniones con beneficiarios y no beneficiarios del proyecto en dos diferentes comunidades. En estas reuniones fueron discutidas en plenaria las ventajas y desventajas de las prácticas de ASEL y de los incentivos entregados por el proyecto. Las reuniones permitieron salir de la mirada individual de las entrevistas y discutir problemas más generales a nivel de la comunidad.

A continuación se presentan algunos resultados del estudio, realizado entre el 28 de abril y el 6 de mayo 1997.

4. Resultados Obtenidos

Las medidas agronómicas conservacionistas promovidas por el DRI-MARGOAS fueron la **no quema**, la **siembra en contorno** o en curvas a nivel, el **aporque alto** y el uso de **abono orgánico**. Si analizamos el periodo de implementación de las medidas agronómicas (ver la Figura 1), podemos constatar que hubo una contribución pronunciada por parte del proyecto DRI-MARGOAS. Las medidas agronómicas de la siembra en contorno y de la aplicación de abono orgánico ni siquiera existían en la zona bajo estudio antes de la ejecución del proyecto. Había personas realizando la no quema y el aporque alto, pero en áreas muy limitadas. Después del cierre del proyecto se encuentran todavía personas que inician con la no quema, la siembra en contorno, el abono orgánico y el aporque alto. Podemos constatar que hay un proceso de difusión hacia no beneficiarios del proyecto.

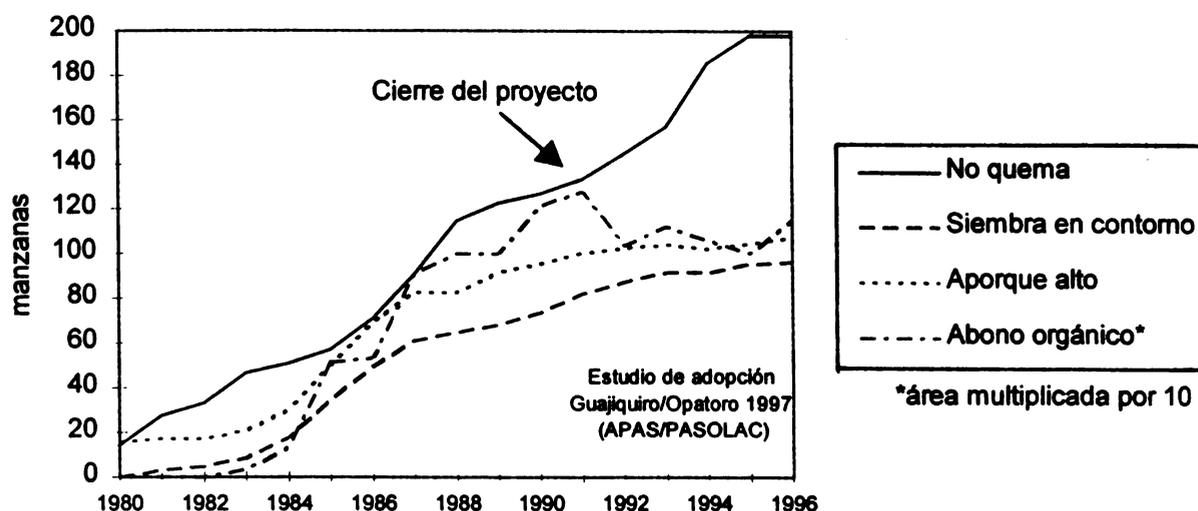


Figura 1. Área (manzanas) con prácticas agronómicas, según el año.

Entre los entrevistados se encontraron 84 productores que constataron no quemar. El proyecto contribuyó con sensibilización y capacitación a este hecho, pero también hay que considerar que la quema está prohibida en la zona desde 1984. La siembra en contorno aumenta la cantidad de plantas por área y el aporque alto mejora el desarrollo de ellas. Los productores entrevistados que realizaron ambas prácticas observaron mejores rendimientos. El abono orgánico es la medida agrícola menos exitosa: después de un experimento inicial, aproximadamente la mitad de los productores no siguen aplicando el abono, porque requiere de mucho trabajo, produce resultados a largo plazo y tiene efectos negativos.

Las prácticas de retención de suelo y agua promovidas por el DRI-MARGOAS fueron **acequias, barreras muertas de rastrojo, barreras muertas de piedras** o de madera, **barreras vivas, bancales y terrazas**. Se implementaron sobre todo barreras vivas y acequias durante la fase del proyecto. Al retirarse, hay todavía personas que establecen las obras de retención. Aún así, una mirada a la Figura 2 indica que se abandonan las acequias y las barreras vivas con el cierre del DRI-MARGOAS; la curva de los metros lineales mantenidos baja rápidamente. Las barreras muertas de piedra se mantienen más o menos al mismo nivel, una vez establecidas. En la muestra de los entrevistados se encontraron solamente 7 personas que construyeron terrazas o bancales.

Las razones principales para no mantener las acequias son: se dejó de trabajar la parcela, no se tenía tiempo, mano de obra disponible o los recursos económicos necesarios y –simplemente– se perdieron y no se reconstruyeron. Las barreras vivas se perdieron por abandono de la parcela, por la destrucción por el ganado (pasto libre) y por falta de mano de obra, es decir, de recursos económicos. Algunos productores no mantuvieron las barreras por la invasión que observaron.

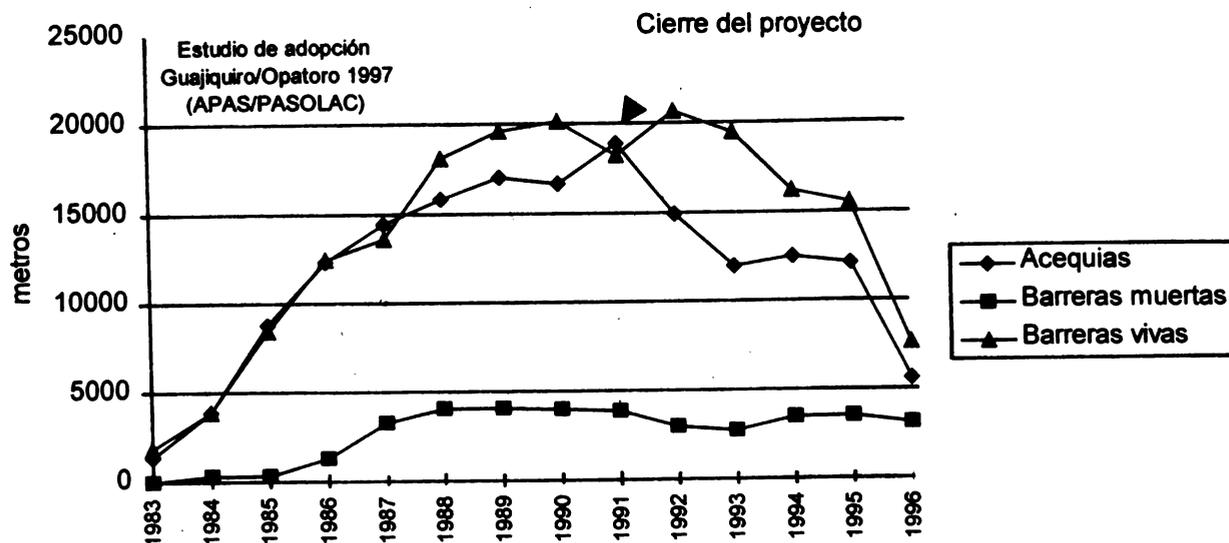


Figura 2. Metros lineales de prácticas de retención mantenidas, según el año.

En la Figura 3 comparamos entre sí, el porcentaje de prácticas de CSA mantenidas, o sea cuántas personas mantienen las prácticas que implementaron. De esta manera logramos conocer, cuáles son las prácticas más exitosas en las comunidades estudiadas.

Podemos constatar que dos tipos de prácticas, fuertemente promovidas por entrega de incentivos, son las menos mantenidas: las barreras vivas, promovidas por la entrega de material vegetativo, son mantenidas por un 31% de las personas que implementaron la obra y las acequias, promovidas por un pago directo por metros lineales realizados, de un 29%.

Las Figuras 4 y 5 muestran el porcentaje de personas que recibieron diferentes tipos de incentivos por el DRI-MARGOAS. Los números encima de las barras indican el total de personas.

A la pregunta de qué incentivos consideraban los más importantes, los entrevistados mencionaron los siguientes:

- Capacitación (47%)
- Crédito y préstamos (32%)
- Asistencia técnica (8%)
- Entrega de herramientas (4%)
- Otros (9%)

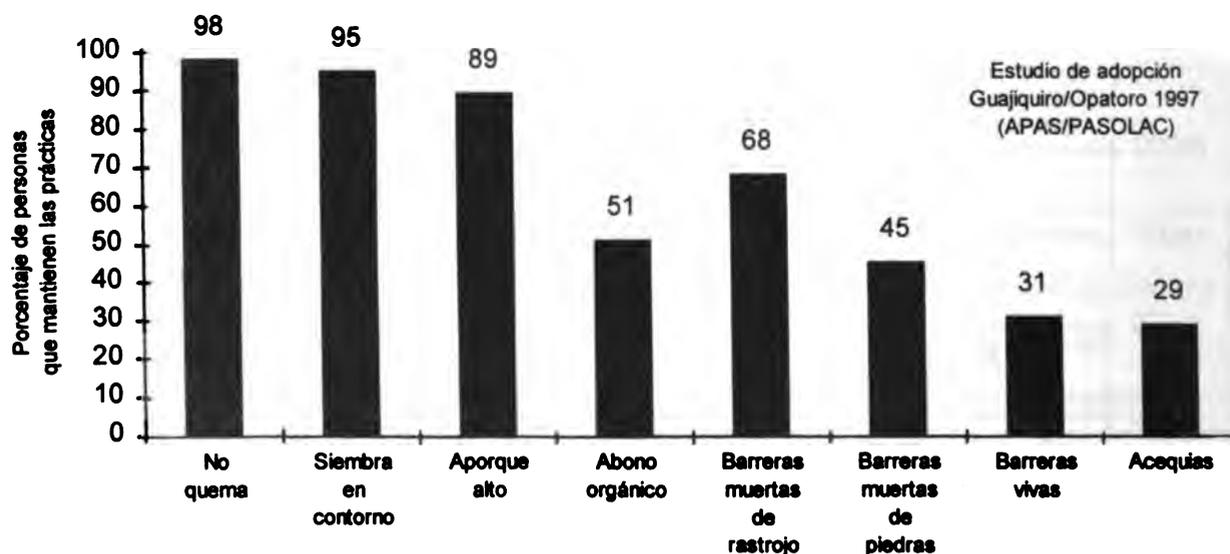


Figura 3. Porcentaje de personas que mantienen medidas agronómicas y obras de retención.

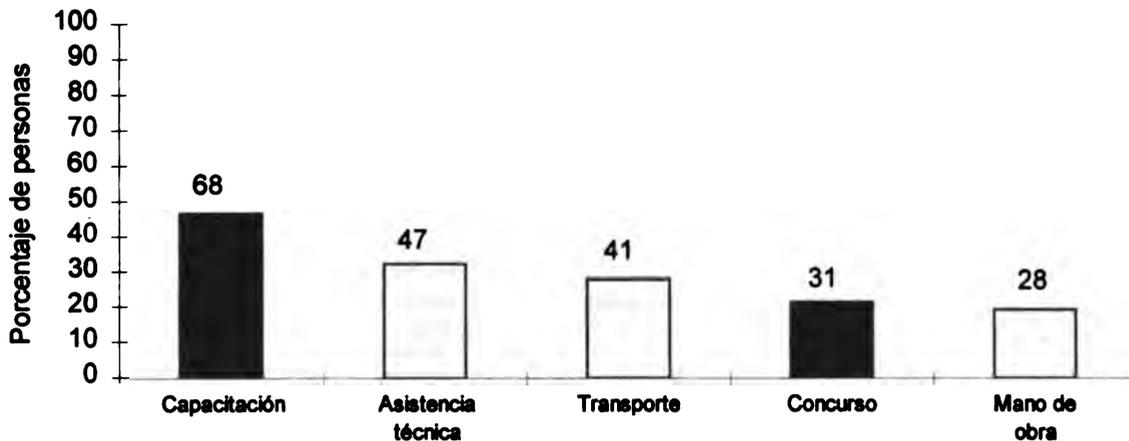


Figura 4. La cantidad de personas que recibieron capacitación, asistencia técnica, apoyo en transportar materiales y con mano de obra y que participaron en el concurso de la "Mejor Milpa".

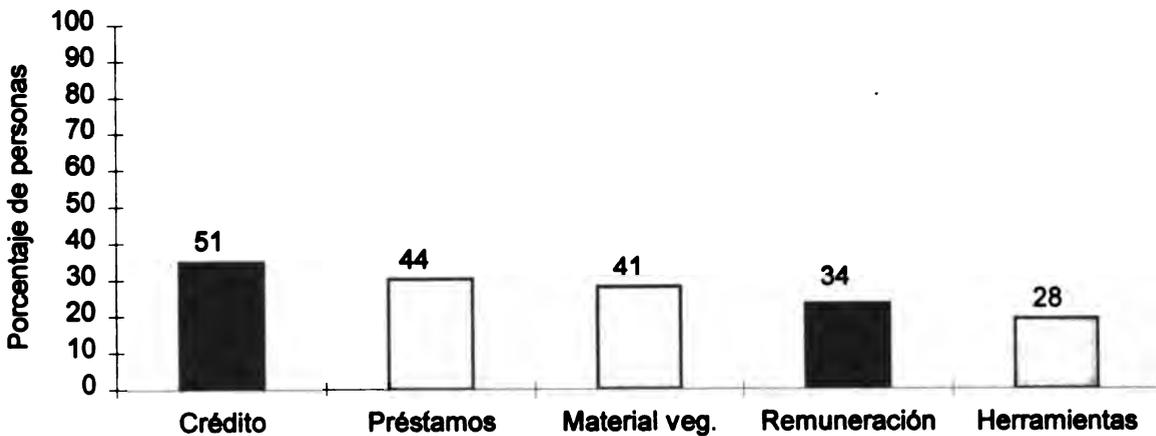


Figura 5. La cantidad de personas a cuáles se les entregó crédito, préstamos, material vegetativo, dinero en efectivo para realizar prácticas de CSA y herramientas.

En las entrevistas se preguntó: "Qué le estimuló a realizar esta práctica" para cada práctica de CSA que realizaba el productor o la productora. La Tabla 1 refleja el porcentaje de menciones, según cada práctica.

Se puede constatar que las capacitaciones y la asistencia técnica eran - según las apreciaciones de los productores - los estímulos más importantes. También era importante, ver las prácticas en otras parcelas y después realizarlas en su finca. Las expecta-

tivas en las prácticas juegan un papel importante; en estas respuestas dadas, no se sabe si las prácticas se realizan por haberlas visto o por haber recibido capacitación y asistencia técnica. Otros tipos de incentivos parecen ser menos importantes para los entrevistados.

Tabla 1. Porcentaje de menciones de las motivaciones para implementar ciertas prácticas.

Motivación	No quemado (%)	Siembra en contorno (%)	Aporque alto (%)	Abono orgánico (%)	Barreras muertas (piedra) (%)	Barreras muertas (rastrajo) (%)	Barreras vivas (%)	Barreras vivas (%)	Total (%)
Por asistencia o capacitación recibida	66	65	58	64	53	72	53	53	60
Por haberlas visto en otras parcelas	5	24	25	12	30	22	24	24	19
Por las expectativas en la práctica	29	6	16	21	7	6	11	11	15
Por los incentivos ofrecidos	0	5	2	3	10	0	12	12	6

Un análisis estadístico (chi-cuadrado; ver Tabla 2) confirma la importancia de las capacitaciones y de la asistencia técnica: tuvieron influencia para la realización de todas las prácticas. Es interesante ver, que los créditos en efectivo parecen haber fortalecido las obras de retención. Esto se da porque se entregó crédito para los rubros de la papa y el frijol, rubros introducidos y promovidos por el proyecto, con la condición de realizar estas obras. El apoyo mutuo para la construcción de barreras muertas y para el establecimiento de barreras vivas fortaleció la realización de estas prácticas. El concurso de "La Mejor Milpa" era adecuado para promover la siembra en contorno y el aporque alto.

Ya se mencionó que los incentivos "remuneración por metros lineales", "entrega de herramientas" y "entrega de material vegetativo" lograron fortalecer la realización de las prácticas, prácticas que se están perdiendo a mediano plazo.

5. Discusión y Conclusiones

Las discusiones y conclusiones, realizadas y elaboradas en las comunidades con beneficiarios y no beneficiarios, con técnicos del DRI-MARGOAS y otras personas familiarizadas con el proyecto, se pueden resumir de la manera siguiente:

Los incentivos - manejados muy conscientemente por el DRI-MARGOAS - lograron empujar la implementación de las prácticas promovidas. La capacitación y la asistencia técnica y también la organización de los Grupos Locales, fueron esenciales para poder promover ASEL. El riesgo era que también se estaban promoviendo prácticas de dudosa utilidad y eficiencia. Las apreciaciones de los productores, las condiciones de sus fincas y los efectos de las prácticas, decidieron más adelante sobre qué tipo de prácticas se mantuvieron. Con la entrega de incentivos, el proceso de selección de las prácticas más adecuadas, se volvió más difícil y más largo.

Tabla 2. Comparación estadística (chi-cuadrado) entre incentivos entregados y prácticas de CSA realizadas (grado de libertad 1, valores críticos: > 3.84).

chi-cuadrado	Capacitación	Asistencia técnica	Crédito en efectivo	Mano de obra	Concurso	Remuneración	Herramientas	Material vegetativo
No quema	5.64	3.94	0.46	3.55	0.00			
Siembra a nivel	12.06	18.43	8.10	3.36	10.55			
Aporque alto	6.19	9.85	3.51	1.00	3.98			
Acequias	26.97	28.83	16.30	3.39		20.22	4.33	
Barreras muertas	6.26	5.37	5.75	7.59			13.74	
Barreras vivas	20.74	33.51	21.68	5.13				49.33

Con la entrega de incentivos se logró la implementación de las prácticas por los beneficiarios directos, pero la difusión de ellas dependía más bien del nivel organizativo que existe en la comunidad. Además, se observó que hubo difusión espontánea sobre todo para prácticas que tienen resultados económicos inmediatos (siembra a nivel y aporque alto). El efecto multiplicador se dio solamente para las prácticas exitosas y no tuvo mucha relación con la entrega de incentivos.

El manejo de los incentivos durante el proyecto fue una tarea muy compleja y complicada. Los créditos, entregados al inicio para "todo" y sin exigir garantías, endeudaron a muchas personas y crearon conflictos en algunas comunidades. La entrega de materiales, insumos y dinero "malacostumbraron" a la gente -lo cual está perjudicando hoy a las pequeñas organizaciones locales, que tienen dificultades de ser aceptadas sin ofrecer algún tipo de incentivo. El apoyo con el transporte de materiales y con la comercialización creó una cierta dependencia: con el cierre del proyecto, muchas actividades apoyadas por el proyecto se pararon.

Se concluyó que un proyecto de ASEL debería tener una duración mínima de unos 6 años y que debería tener un componente fuerte de capacitación y organización en las comunidades para la creación de los recursos humanos locales necesarios. Incluso, se recomendó que las comunidades deberían seleccionar los promotores y los temas de su capacitación para garantizar la multiplicación de sus conocimientos en la comunidad.

La entrega de crédito debería realizarse muy cuidadosamente: se debería entregar crédito solamente para actividades con fines económicos (no para el autoconsumo), se debería exigir garantías para no perder los fondos y se debería acompañar la entrega de crédito con una capacitación en su manejo. La entrega de herramientas y material vegetativo debería estar bien reglamentada. El apoyo en transporte, en acceder a insumos (pesticidas, plaguicidas, fertilizante) y en comercializar la producción debería estar planificado estratégicamente: cuando se retira el proyecto, las personas beneficiarias deberían ser independientes de la ayuda externa.

Bibliografía

- APAS, INTERCOOPERATION & PASOLAC (1997): "Estudio de adopción de tecnologías de agricultura sostenible promovidas por el programa hondureño-suizo de Desarrollo Rural Integrado Marcala-Goascorán (DRI-MARGOAS) en Guajiquiro y Opatoro, La Paz, Honduras - Con énfasis en el papel de los incentivos entregados." PASOLAC Doc. No. 146, Managua, 1-23.
- Felber, R. & C.Foletti (sin fecha): "Estudio sobre agricultura migratoria en la zona de Guajiquiro/Opa-toro." - Resumen de un trabajo entregado en 1988, doc. sin lugar, 1-41.
- FIDER, PASOLAC & UNICAM (1997): "Estudio sobre el papel de los incentivos en la transferencia de prácticas de CSA en Santa Cruz, Estelí. Resultados preliminares (borrador de discusión)" - PASOLAC Doc. No. 144, Managua, 1-10.
- UCA-San Ramón & PASOLAC (1996): "El papel de "los incentivos" en la conservación de suelos y agua: el caso San Ramón. Estudio de caso de 100 fincas con prácticas de conservación en 8 comunidades." - PASOLAC Doc. No. 119, Managua, 1-18.
- Zutter, J.-P. (1995): "La formación de promotores agrícolas en el programa de Desarrollo Rural Integrado Marcala Goascorán. Plan y metodología de la capacitación de base para promotores agrícolas campesinos." - INTERCOOPERATION-PASOLAC, Tegucigalpa, 1-34.

LA ADOPCION DE LA LABRANZA DE CONSERVACION EN EL CULTIVO DE MAIZ, EN LA REGION DE AZUERO, PANAMA

*Adys Peretra de Herrera
y Gustavo Sain*

1. Introducción

A mediados de la década de los años 80, el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), con el apoyo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y del Programa Regional de Maíz (PRM), inició un programa de investigación en fincas en la región de Azuero el cual se extendió hasta principios de los 90. La región de Azuero comprende las provincias de Herrera y Los Santos en la República de Panamá y es la principal región productora de maíz del país.

Durante la ejecución del programa de investigación en fincas, uno de los problemas principales identificados en los campos de los productores fue la fuerte erosión y lavado del suelo cuya consecuencia se manifestaba en la pérdida de la productividad de la tierra.

Explorando las causas de la fuerte erosión, los investigadores participantes en el programa de investigación identificaron la forma de la preparación de la tierra para la siembra de maíz, como uno de los factores más importantes que contribuía a promover la erosión. Además se vinculó este factor con los elevados costos de producción del maíz en la región.

Antes del inicio del programa de investigación los productores comerciales de maíz de la región de Azuero preparaban sus terrenos utilizando la labranza convencional (L_c), que consistía en un pase de arado de disco o rastra pesada a una profundidad de aproximadamente 6 pulgadas a fin de voltear el suelo, y en dos o más pases de rastra o semirroma hasta dejar el terreno en condiciones para la siembra, (Pereira de Herrera *et al.* 1990).

A partir del año agrícola 1984-85 el IDIAP lanzó, en el marco de la investigación en fincas, un agresivo programa de investigación y validación de la cero labranza (L_0) como

una alternativa a la L_c , con el fin de reducir la erosión en el cultivo de maíz, conservar la humedad del suelo, reducir los costos de preparación del terreno y por lo tanto aumentar la rentabilidad del cultivo.

Casi en forma inmediata, el IDIAP comenzó a recomendar la preparación de la tierra mediante la L_0 . Esta consistía en la ejecución de un chapeado mecánico o manual del terreno, la aplicación posterior de un herbicida de contacto una vez que la maleza inicia su rebrote, para después proceder a la siembra, con máquina sembradora de precisión adaptada a la L_0 o a espeeque si el tamaño de la parcela lo permitía.

La acción del IDIAP se vio complementada por dos factores que actuaron en forma sinérgica. Por un lado, la difusión por parte del Ministerio de Desarrollo Agropecuario, (MIDA) de la tecnología de L_0 en el área, a través de parcelas demostrativas y actividades de transferencia; y por otro lado, la acción de algunas casas comerciales quienes, en forma simultánea, introdujeron en la región para la venta máquinas sembradoras de precisión, las cuales se adaptaban al sistema de L_0 .

En la actualidad los agricultores de la región están utilizando tres formas alternativas para preparar el terreno para la siembra de maíz. Un porcentaje considerable de productores han adoptado la L_0 , tal como fuera recomendada por el IDIAP; otros han realizado una adaptación a la recomendación mediante la eliminación del pase de arado y disminuyendo el número de pases de semirrama o rastra, la cual se podría definir como labranza mínima (L_m); mientras que otro porcentaje de agricultores permanece usando la L_c . La coexistencia de las tres formas de preparación del terreno motivó la necesidad de realizar un estudio sobre la adopción de la labranza de conservación en la Región de Azuero con el fin de: a) Identificar el grado de adopción de la cero y mínima labranza de conservación en maíz en la Región de Azuero; b) Identificar los factores que influyen en la adopción de las diferentes formas de preparación del terreno; y c) Analizar las implicaciones de este estudio para el programa de investigación y transferencia en maíz en la Región de Azuero.

2. Area de Estudio y Fuente de Datos

El área de estudio se ubica en la zona costera de la región de Azuero que comprende las provincias de Herrera y Los Santos. El estudio abarcó ocho distritos de las provincias de Los Santos y Herrera y 50 localidades distribuidas a lo largo de la zona costera. Para analizar los niveles de adopción de la labranza de conservación y los factores que inciden en este proceso, se utilizó información obtenida por medio de una encuesta formal a 122 productores de las principales áreas productoras de maíz donde la mayor parte de los agricultores practica un sistema de producción de maíz mecanizado y donde la producción se destina en su totalidad al mercado.

A pesar de que no existen marcadas diferencias climatológicas ni edafológicas entre las áreas consideradas en el estudio, sí existen diferencias marcadas respecto a ciertas características socioeconómicas de los agricultores tales como sistema de cultivo utilizado (mecanizado o chuzo), nivel de los recursos productivos (tamaño de la finca y de la parcela de maíz, tenencia de ganado, y maquinaria, entre otros), y acceso a la información sobre la tecnología de conservación.

Tomando en consideración estas diferencias, se estratificó la muestra considerando tres grandes áreas o regiones. La región I formada por los distritos de Las Tablas, Pedasí, Pocrí y Guararé en la Provincia de los Santos incluyó 28 localidades; la región II conformada por los distritos de Los Santos y Macaracas en la Provincia de Los Santos, incluyó 12 localidades; y la región III, formada por los distritos de Chitre y Parita en la Provincia de Herrera, incluyó 10 localidades. La Figura 1 muestra la localización de la región de Azuero dentro de Panamá y de las áreas I, II y III en la región de Azuero.

A su vez, en cada una de las áreas la muestra se estratificó con base en el tamaño de la parcela más grande de maíz cultivada por el productor de acuerdo con 7 rangos de tamaño.

La información del número de productores y tamaño de las parcelas de maíz y su distribución regional fue suministrada por el MIDA, quien recopila la información de todos los productores integrados al mercado. Los 122 productores seleccionados se distribuyeron en las tres regiones de la siguiente manera: 52 encuestas en la región I; 46 en la región II; y 24 encuestas en la región III. La muestra representa aproximadamente 21% del total de los productores comerciales de maíz en la región de Azuero. La encuesta se realizó durante los meses de marzo y abril de 1994, luego del ciclo agrícola del maíz (2^{da} coa) recabándose información sobre el año agrícola 1993-94.

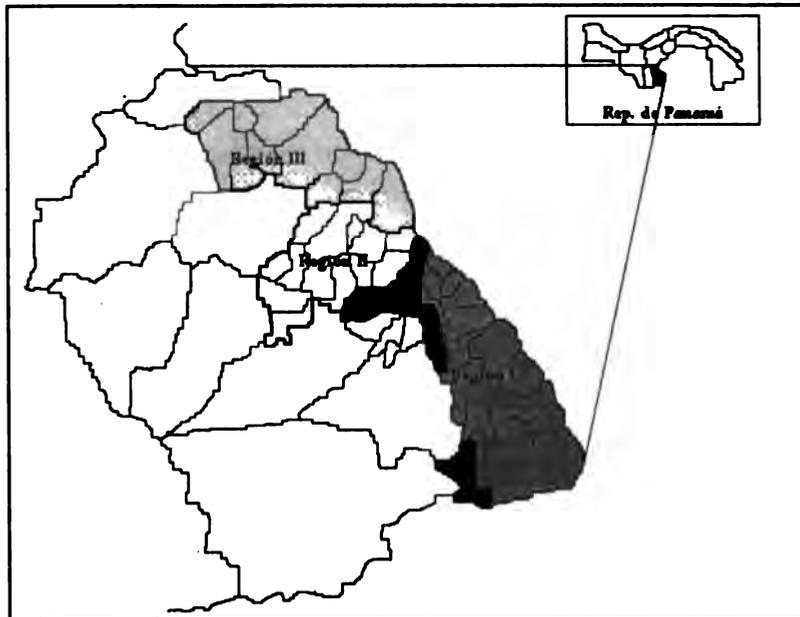


Figura 1. Localización de las áreas de estudio.

3. Difusión de la labranza de conservación

3.1 Formas Actuales de Preparación del Suelo

En términos generales la labranza de conservación, se define como un sistema o secuencia de operaciones que reduce la pérdida del suelo o del agua, en comparación al sistema convencional e incluye sistemas que van desde la labranza cero, la labranza reducida y las distintas formas de manejo de los rastrojos (Kilmer 1982). Sin embargo, el término labranza de conservación es interpretado de numerosas formas en la literatura, particularmente cuando en su definición entra en juego el manejo de los residuos del cultivo (Erenstein 1996). Por esta razón su análisis en casos particulares requiere de una definición de trabajo de lo que se entiende por labranza convencional y labranza de conservación, y de los derivados de esta última categoría, labranza cero y labranza mínima.

Para fines de este trabajo, y tomando en cuenta las formas de preparación del suelo y las formas de manejo del rastrojo encontradas en el área de Azuero, se definen los siguientes sistemas de preparación del suelo.

Labranza convencional (L_c). La preparación del terreno mediante el uso de arado de disco y uno o dos pases de rastra. El método que incluye tres pases de semirroma también se incluye como L_c , ya que constituye un sistema muy similar a una labranza convencional, en lo referente a reducir las pérdidas de suelo y agua. De igual forma la práctica de realizar uno o dos pases de rastra, seguida de uno o dos pases de semi - roma, aunque usada muy poco, también se clasificó como labranza convencional.

Labranza mínima (L_m). La preparación del terreno mediante el uso de uno o dos pases de semirroma y la aplicación de un herbicida quemante.

Labranza cero (L_0). Preparación del terreno mediante chapla mecánica o manual y la aplicación de un herbicida quemante.

La descripción de la preparación del terreno realizada por los productores de maíz durante 1994, permitió caracterizar los métodos de labranza utilizados actualmente y comprender mejor el proceso de adopción de la cero y mínima labranza. La Tabla 1 muestra las formas alternativas con que los agricultores preparan el suelo en cada una de las regiones en que se dividió el estudio. Se puede apreciar que en la actualidad existen marcadas diferencias entre las regiones en el uso de las diferentes formas de labranza.

Mientras que en la región I, la mayoría de la agricultores utilizan algunas de las prácticas de conservación, ya sea L_m (43%) o L_0 (24%), en las regiones II y III, la forma de preparación más difundida todavía sigue siendo la L_c . En ambas regiones la adopción de la L_m es todavía incipiente, mientras que el uso de la L_0 no alcanza todavía al 10% de los agricultores.

A continuación se describen con más detalles las formas de preparación del terreno identificadas.

En el caso de la L_c la forma más común es dejar aproximadamente 15 días entre el pase del arado y los pases de rastra que se realizan en forma corrida. Otra modalidad encontrada fue la de realizar el pase de arado y el primer pase de rastra seguidos, y luego a los 15 días realizar el segundo pase de rastra.

Tabla 1. Formas de preparación del terreno en maíz, por Región, Azuero, Panamá, 1994.

Forma de preparación	RI		RII		RIII		Total	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1- Arado y rastra (1 ó 2 pases)	8	16	24	52	11	46	43	36
2- Tres pases de semirroma	9	18	8	17	3	13	20	17
3- Dos pases de semirroma	22	43	8	17	7	29	37	31
4- Cero labranza	12	24	6	13	3	13	21	17
Total	51	100	46	100	24	100	121	100

En el caso de la L_m , los productores que realizan un pase de semirroma, lo efectúan en un período de 15 a 30 días antes de la siembra. Por otro lado, los productores que efectúan dos pases de Semirroma, generalmente dejan un período que varía generalmente entre 15 y 30 días entre un pase y otro. No obstante, se encontró un grupo de productores que realizaron los dos pases de semirroma de forma seguida.

Tanto los productores que utilizan la L_0 como la L_m aplican un herbicida quemante, generalmente Round-up o Gramoxone, aplicado por la mayoría en los primeros 15 días antes de la siembra. Se debe notar que el chapeado mecánico, que fue parte de la práctica recomendada, no es una práctica común entre los productores de maíz, independientemente del tipo de labranza utilizado.

Una diferencia entre regiones se refiere al uso de herbicidas. En la región I, el uso de la L_m o L_0 es acompañada del uso de herbicidas sistémicos como Round-up y/o quemantes como Gramoxone, mientras que en el caso de las regiones II y III, utilizan como herbicida el Gramoxone y no Round-up. Esta diferencia podría explicarse, por una mayor presencia de malezas, principalmente la pimentilla (*Cyperus rotundus*) en la Región I, en comparación con la II y III.

3.2 La difusión temporal de la labranza de conservación

La mayoría de los cambios realizados por los productores en la preparación del suelo se realizaron entre 1991 y 1993. Las Tablas 2 y 3 muestran que tanto a nivel de región como a nivel de área de Azuero la mayoría de agricultores que realizó un cambio en la preparación lo hizo en este período. Este rezago de 5 años entre el proceso de generación y transferencia de la tecnología, y su difusión masiva es consistente con la dinámica del proceso de generación y transferencia de un programa de investigación en fincas (Sain y Martínez 1986).

La rapidez con que se han dado estos cambios ha variado un poco a nivel de las regiones II y III. Por ejemplo, en la región II, el 90% de los que han cambiado, lo han realizado en los últimos tres años; en comparación con la región III donde los cambios los han efectuado de 3 a 5 años atrás. Esto puede atribuirse a lo siguiente. La Región II corresponde a las áreas de Los Santos y Macaracas que están más cercanas a las áreas de la Región I, donde el proceso de adopción ha sido más dinámico. Esto se ha

Tabla 2. Cambios realizados en la preparación del suelo entre 1988 y 1994 por Región Azuero, Panamá.

Antes	Descripción de los Cambios	Ahora	Región I		Región II		Región III		Total	
			No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1. Arado y rastra; ó 3 o más pases de semirroma (L _s)	1 ó 2 pases de semirroma (L _s)		17	43	6	32	5	36	28	38
2. Arado y rastra; ó 3 o más pases de Semirroma (L _s)	3 o más pases de semirroma (L _s)		7	18	5	26	4	29	16	22
3. Arado y rastra ó 3 o más pases de Semirroma (L _s)	Chapeo y herbicidas (L _s)		13	33	3	16	1	7	17	23
4. Chapeo mecánico o quemantes (L _s)	Arado, y rastra; ó 3 o más pases de semirroma (L _s)		1	3	1	5	0	0	2	3
5. Varios pases de semirroma (L _s)	Arado y rastra (L _s)		1	3	3	16	3	21	7	10
6. Varios pases de semirroma (L _s)	Arado y rastra (L _s)		1	3	1	5	1	7	3	4
TOTAL			40	100	19	100	14	100	73	100

dato, a pesar de que la transferencia o difusión de la tecnología ha sido más escasa en comparación con el resto de las regiones. Por otro lado, en el caso de Parita, que geográficamente está más alejado de la Región I y II, se impulsaron estas tecnologías de conservación, como parte de un programa de transferencia años atrás; sin embargo, no se han dado las condiciones de disponibilidad de sembradoras de cero labranza que permita avanzar en este proceso.

Tabla 3. Periodos durante los cuales se efectuaron los principales cambios en la forma de preparación del suelo en Azuero, Panamá.

Región	Descripción del cambio	Porcentaje de agricultores por periodo			Total periodo 1985 - 93
		1985-87	1988-90	1991-93	No de agricultores
I	De L_c a L_0	0	15	85	13
	De L_c a L_m (< 3 pases semirroma)	0	24	77	17
	De L_c a 3 o más pases de semirroma	14	43	43	7
II	De L_c a L_0	0	0	100	3
	De L_c a L_m (< 3 pases semirroma)	0	0	100	6
	De L_c a 3 o más pases de semirroma	0	20	80	5
III	De L_c a L_0	0	100	0	1
	De L_c a L_m (< 3 pases semirroma)	20	40	40	5
	De L_c a 3 o más pases de semirroma	0	75	25	4
Total Azuero	De L_c a L_0	0	18	82	17
	De L_c a L_m (< 3 pases semirroma)	4	21	75	28
	De L_c a 3 o más pases de semirroma	6	44	50	16

Los niveles de adopción de la mínima y cero labranza son muy diferentes a nivel de las regiones estudiadas. En las Regiones II y III se ha adoptado la mínima labranza en forma parcial, pero no así la cero labranza; mientras que en la Región I hay un alto nivel de adopción de la mínima y cero labranza.

A pesar de que los primeros trabajos de validación de la cero labranza se inician en 1985-86 en la Región I, los resultados de la encuesta muestran que la mayoría de los que han adoptado la cero labranza o la mínima labranza lo han hecho durante los años 1990 - 1993, es decir, entre 5 y 8 años de comenzada la tarea de transferencia. Este comportamiento de la difusión se corroboró con información adicional sobre las ventas de sembradoras de maíz de cero labranza en Azuero. Por ejemplo, la empresa Cooperativa Panameña de Maquinaria Agrícola (COPAMA), distribuidora de este tipo de maquinaria, señaló que a partir de 1990 en adelante las ventas se incrementaron substancialmente, pasando a venderse en la Región de Azuero un total de 6 máquinas por año.

3.3 Percepciones de los productores sobre la labranza de conservación

Como un antecedente a la identificación de los factores que afectan la decisión de los agricultores para adoptar o no la labranza de conservación (cero o mínima), se analizaron

las opiniones expuestas por los productores en torno a las razones por las cuales decidieron usar o no los distintos métodos de preparación del suelo. A continuación se discuten brevemente los resultados.

3.3.1 Razones para utilizar la L_m y L_0 en maíz

Las dos razones más expuestas por los agricultores para usar la labranza de conservación, ya sea la L_m o la L_0 , fueron la reducción de costos y la conservación de suelo (Tabla 4).

Tabla 4. Opiniones de los productores sobre por qué utilizan la mínima o cero labranza en maíz, Azuero, Panamá.

Razones	Porcentaje de agricultores		
	Región I	Región II	Región III
Reducción de costos	46	37	38
Conservación del suelo	26	32	38
Mejor control de malezas	10	5	12
Otras razones	18	26	12

La reducción de costos de producción por unidad de tierra (ha) utilizando la L_0 o L_m labranza, varía dependiendo principalmente del número de pases de semirrama y del tipo de herbicida quemante utilizado. Por ejemplo, el costo promedio de preparación del terreno de aquellos agricultores que usaron L_m fue 12% inferior al costo de aquellos que usaron la L_c . Esta reducción fue de 41% en el caso de los agricultores que usaron la L_0 (Tabla 5), lo que representa una disminución de casi el 10% de los costos totales de producción de maíz

Tabla 5. Costos de preparación de la tierra bajo diferentes sistemas. Azuero, Panamá, 1994.

Estadísticas	Costos de preparación por sistema (\$/ha)		
	L_c	L_m	L_0
Media	77.7	68.3	45.5
Mediana	75	50	48
Desviación estándar	25.09	24.42	18.00
Mínimo	40	50	10
Máximo	143	133	83
Observaciones	62	37	22
Nivel de Confianza (95.0%)	6.37	8.14	7.98

Las diferencias en la importancia que los agricultores le adjudican a la reducción de costos versus la conservación del suelo que se observan entre las regiones podrían explicarse por la diferencia en la estructura de tenencia de las parcelas donde se cultiva el maíz. En la región I casi la mitad (48%) de las parcelas donde se cultiva maíz son alquiladas durante el ciclo del cultivo, por lo que los aspectos relacionados con la reducción de costos tienen mayor importancia que aquellos relacionados con la conservación de suelos. Por el contrario, en las regiones II y III más de un 70% de las parcelas utilizadas son propias y además son productores con áreas de producción más pequeñas, con mayores limitaciones de recursos que los productores de la región I por lo que los aspectos relacionados con la necesidad de conservar el recurso tierra se balancean con aquellos relacionados con la reducción de costos.

Otra de las razones indicadas, aunque en menor medida, como explicativas del por qué están utilizando la cero o mínima labranza, correspondió a un control más efectivo de las malezas. El uso de la labranza convencional o de la semirrama en campos infestados de pimentilla (*Cyperus rotundus*) incorpora y disemina la misma, permitiendo una acentuación del problema. Mientras que, en el sistema de cero labranza, al no preparar el suelo y aplicar el Round-up, disminuye considerablemente el porcentaje de germinación de la maleza, y después de varios años de usar este sistema se reduce considerablemente el grado de infestación.

3.4.2 Razones para no utilizar la L_m y L_0 en maíz

Dos factores externos a la finca, falta de sembradora y falta de información, y uno interno, problemas con el terreno, fueron los tres factores que en la percepción de los agricultores parecen limitar más el uso de la labranza de conservación en el área de Azuero (Tabla 6).

Tabla 6. Razones de los productores sobre por qué no han utilizado la cero o mínima labranza en maíz, Azuero, Panamá, 1994.

Por qué no han utilizado la mínima o cero labranza	Región		
	I	II	III
1. No hay máquina sembradora	27	46	50
2. Tiene maquinaria convencional	5	5	20
3. Desconoce la tecnología	26	21	10
4. Problemas con el terreno	26	10	10
5. Otros factores	—	18	—
6. No le gusta el sistema	—	—	10
7. No contestó	16	—	—

En la región I, los tres factores mencionados tienen una importancia similar, mientras que en las regiones II y III, el factor más importante (alrededor del 50% de las respuestas) correspondió a la falta de sembradoras de L_0 . Esta falla en el mercado se ilustra en la Tabla 7 donde se puede ver que existe un marcado déficit respecto al acceso a este tipo de sembradoras en ambas regiones.

La falta de información o desconocimiento de la tecnología fue un factor particularmente mencionado en las regiones I y II. Esta limitante puede estar relacionada con la dinámica del proceso de difusión que todavía se encuentra en una fase temprana y en la disminución de los presupuestos para extensión, como resultado de la crisis que vivió el país a comienzo de la década de los 90 que provocó una reducción substancial de las actividades. De hecho, las actividades de transferencia en la región II fueron mínimas.

Tabla 7. Acceso a sembradoras de cero labranza en el área, por parte de los productores de maíz, por región, Azuero, Panamá, 1994.

Dispone fácilmente de sembradora	Región I		Región II		Región III	
	No.	%	No.	%	No.	%
1. Sí dispone	38	73.1	13	28.3	3	12.5
2. No dispone	14	26.9	33	71.7	21	87.5
Total	52	100.0	46	100.0	24	100.0

Otro factor señalado en la región III que merece discusión es la disponibilidad de maquinaria de preparación convencional (incluyendo las sembradoras). Este factor actúa como una barrera para el cambio, al representar una inversión que el agricultor debe amortizar. De hecho si cambiara de práctica, este tipo de maquinaria representaría un costo hundido, que podría ser mayor que el ahorro de costos asociados con la labranza de conservación.

4. Factores que Afectan la Adopción de la Labranza de Conservación

Varias circunstancias internas y externas a la finca han sido identificadas como importantes, en la decisión de adoptar tecnologías de conservación de suelos en la agricultura de ambientes templados o subtropicales (Anderson y Thampapillai 1990; Napier 1991; Thampapillai y Anderson 1991). La importancia relativa de cada factor es una cuestión empírica y depende del caso bajo consideración. Napier encontró que factores como tenencia de la tierra, acceso al crédito, disponibilidad de tierra pública, y grado de desarrollo del mercado de tierras, fueron factores importantes en el proceso de adopción de la labranza de conservación (Napier 1991). Otros estudios han identificado factores como la topografía (pendiente), tipo de rotación, tipo de suelo, grado de erodibilidad del suelo, composición familiar, tamaño de finca, sensibilidad a los cambios, y grado de educación (Crosson 1981; Saliba 1983; Rahm y Huffman 1984; Anderson y Thampapillai 1990; Crosson 1981; Ervin y Ervin 1982).

Para el caso de Azuero, la información sobre los factores que los agricultores consideran importantes en sus decisiones de adoptar o no las prácticas de L_0 y L_m descritas en la sección anterior, permite formular algunas hipótesis sobre los factores que afectan la adopción de estas tecnologías. De particular importancia es el hecho de que la reducción de costos de preparación de la tierra, es un factor importante percibido por los agricultores

como una ventaja de la práctica de conservación sobre la convencional. Este aspecto minimizaría aquellos relacionados con el largo plazo, acentuando las ventajas de corto plazo, y las limitaciones y restricciones para apropiarse de este ahorro en costos. Entre las restricciones más importantes, la tenencia de maquinaria para labranza convencional, como el arado por ejemplo, figura prominentemente, ya que actúa como un costo hundido cuya magnitud podría neutralizar el ahorro en costos. La disponibilidad de maquinaria para realizar la L_0 , tales como sembradora de L_0 , es otro factor que limitaría su adopción particularmente en fincas grandes, donde no es rentable la siembra manual.

Dada la importancia relativa del corto plazo en la determinación de la rentabilidad de la tecnología de conservación, los aspectos relacionados con el horizonte de planeamiento del agricultor, como tenencia de la tierra por ejemplo, pierden relevancia. Sin embargo, la característica de mecanización de la L_0 y de la L_m en Azuero hace que factores asociados al nivel de riqueza, como la misma propiedad de la tierra y el tamaño de la parcela, influyan en la decisión de adopción.

La hipótesis manejada por los técnicos de IDIAP y MIDA en el área para explicar la adaptación de los agricultores de la L_0 y realizar la L_m , estuvo relacionada con la compactación del suelo producida por el pastoreo de los animales en la parcela. De acuerdo con esta hipótesis, la excesiva compactación impedía la siembra con L_0 haciendo necesarios uno o dos pases de rastra para poder sembrar el maíz. Es decir que, aunque en la definición de la labranza de conservación no se incluyó aspectos relacionados con el rastrojo, los aspectos relacionados con el manejo del hato ganadero (presión de pastoreo), pueden resultar importantes en la discriminación entre usar L_0 o usar L_m .

Finalmente, otros elementos que los agricultores juzgaron importantes para la decisión de adoptar o no la labranza de conservación fueron, el grado de conocimiento o información sobre la práctica y el tipo de parcela.

El análisis realizado en las secciones anteriores también arrojó bastante evidencia respecto al hecho de que muchos de los factores mencionados podrían ser más o menos importantes en algunas de las tres regiones consideradas respecto a las otras. Por ejemplo, el acceso o disponibilidad de sembradoras de cero labranza pareciera que es una restricción fuerte en las regiones II y III, pero no así en la región I. De igual manera la información disponible sobre el manejo de las tecnologías pareciera ser más limitadas en las regiones II y III que en la I, ya que la acción de extensión del MIDA e IDIAP se concentró más en esta última región.

Dadas las diferencias en las condiciones físicas y socioeconómicas entre la región I y las otras dos, los patrones diferenciados de adopción entre ambas regiones, y las diferencias en los factores que potencialmente influyen sobre de la adopción y difusión de la tecnología de la L_0 y L_m , se decidió realizar el análisis de los factores en forma separada para la Región I y para las Regiones II y III.

4.1 El modelo de selección del tipo de labranza

El modelo empírico propuesto intenta capturar los efectos de los factores que afectan a los costos y beneficios obtenidos con las alternativas consideradas. Sin embargo, la evidencia encontrada indica que el tipo de labranza tiene un impacto relativamente

pequeño sobre el nivel de rendimiento por lo que los factores más importantes, al menos en el corto plazo, estarán asociados al lado de los costos de la labranza de conservación y de la labranza tradicional.

A continuación se describen las variables incluidas en el modelo empírico.

4.1.1 Variable dependiente

Para evaluar la adopción de la labranza de conservación en el área de estudio, se considerarán como adoptadores aquellos productores de maíz que hayan cambiado de un sistema de preparación convencional al uso de la cero o mínima labranza, durante el periodo comprendido entre 1985 (momento de la recomendación y difusión de la tecnología por el programa de investigación) y el momento de la encuesta (1994). De esa manera aquellos agricultores que estaban usando la L_0 o la L_m antes de 1985 y continúan con la práctica en 1994 son eliminados del análisis. Es decir que el modelo propuesto no intenta explicar el **uso actual** de la practica de conservación sino, identificar los factores que influyen positiva o negativamente en el **cambio** de la L_c a L_0 o a L_m .

Sin embargo cuando se aplicó este criterio a las regiones II&III, se verificó que aunque existían 9 casos (aproximadamente 13% de la muestra) que usaban la L_0 , 6 de ellos ya la estaban usando antes de 1985. Esto dejaba sólo 3 agricultores (menos del 5% de la muestra) en esta categoría lo que no solo imposibilitaba la estimación del modelo propuesto sino que mostraba que el proceso de cambio en estas regiones fue esencialmente de la L_c a la L_m . Por estos motivos en las regiones II y III sólo se consideró este cambio. La variable dependiente se definió de la manera que sigue.

Labranza. Variable cualitativa que clasifica a los agricultores en tres categorías en la región I y en dos en las regiones II y III. El valor 0 representa al agricultor que no ha adoptado la labranza cero o mínima y sigue usando la labranza convencional. El valor 1 representa al agricultor que ha adoptado la labranza mínima, es decir, que cambió de la labranza convencional con arado a una labranza que no usa arado y realiza como máximo dos pases de semirroma. El valor 2 (presente sólo en la región I) representa al agricultor que adoptó el sistema de cero labranza, es decir, cambió del sistema convencional a no usar el arado, aplica herbicidas, y puede o no sembrar con sembradora de cero labranza. La Tabla 8 muestra las proporciones de cada una de estas categorías encontradas en la muestra.

Tabla 8. Variable dependiente, proporción de cada categoría en la muestra

Categoría	Porcentaje en la muestra	
	Región I	Regiones II y III
Nº Adoptador ($Y_i=0$)	32.7	70.0
Adoptador labranza mínima ($Y_i=1$)	40.4	30.0(*)
Adoptador labranza cero ($Y_i=2$)	26.9	0.0
Número de observaciones	52.0	64.0

Nota: (*) Este porcentaje incluye 3 casos (5%) que cambiaron de L_c a L_0 .

4.1.2 Variables independientes

Las variables o factores que se postulan como importantes en la decisión de adopción de la L_m o L_0 se agrupan en tres categorías: las relacionadas con el nivel de recursos de la finca, aquellas relacionadas con el nivel de calidad del suelo, y las variables relacionadas con los costos de implementación y transacción.

El nivel de recursos de la finca ha sido tradicionalmente asociado con altas tasas de adopción. Generalmente los productores con mayores niveles de recursos suelen ser los primeros en adoptar nuevas tecnologías especialmente si la adopción implica una inversión inicial en nueva maquinaria tal como puede ser una sembradora o discos especiales para adaptar a las sembradoras convencionales. Los productores con mayores recursos también son los que se encuentran más integrados al mercado, los que tienen mayor acceso al crédito, y los que están más dispuestos a asumir riesgos. Para capturar el nivel de recursos se incluyen tres variables: la forma de tenencia de la parcela de maíz, la superficie total de maíz cultivada, y la importancia de la ganadería en la finca. Además se incluye un término de interacción entre la forma de tenencia y la superficie de maíz.

La calidad del suelo es un factor importante al momento de tomar la decisión de adoptar o no una tecnología de conservación, ya que los beneficios esperados por el agricultor dependen de la calidad inicial del suelo y el grado de mejora que el agricultor espera con el nuevo sistema de preparación. Además de la variable relacionada con el grado de compactación descrita anteriormente se incluyó en el modelo la topografía o pendiente de la parcela.

Por el lado de los costos de implementación, se debe considerar que la adopción de la labranza de conservación implica la necesidad de contar con cierto tipo de maquinarias tales como sembradoras apropiadas a este sistema, especialmente cuando la superficie sembrada es considerable. En estos casos, la tenencia o el acceso rápido y oportuno a este tipo de maquinaria facilitará la adopción de la labranza de conservación. Por otro lado, si el agricultor posee maquinaria para la labranza convencional tales como arado y sembradora convencional, la probabilidad de adoptar la labranza de conservación se reduce debido al efecto de costos hundidos. Es decir el agricultor querrá amortizar esta maquinaria usándola las horas programadas posponiendo la decisión de adopción. Para capturar estos efectos se incorporaron dos variables: la disponibilidad de maquinaria L_0 , y la tenencia de maquinaria de L_c .

Por el lado de los costos de transacción, un factor muy importante que influye en la adopción de una determinada tecnología es el nivel de información o conocimiento que tiene el productor sobre ella. Cuanto mejor sea el nivel de información o conocimiento de la labranza de conservación mayor es la probabilidad de adopción de la tecnología.

A continuación se describen los factores y sus efectos esperados.

Tenencia. Variable indicadora que toma el valor 1 si el agricultor tiene propiedad sobre la parcela cultivada con maíz y 0 en cualquier otra alternativa. La tenencia de la tierra influye sobre la probabilidad de adopción a través de su impacto sobre el nivel de riqueza y sobre el horizonte de planificación del agricultor. Ya que la labranza de conservación tiene efectos a largo plazo sobre la calidad y conservación del suelo, se puede esperar que aquellos productores que tienen propiedad sobre la tierra estén más interesados en

adoptar este tipo de tecnología que los productores que alquilan la tierra durante el ciclo del cultivo. Sin embargo, este efecto puede o no ser importante en casos como este, donde las alternativas de L_0 y L_m tienen menores costos operativos que la L_c . Por eso no es posible predecir *a priori* el signo de esta variable.

Superficie cultivada con maíz. Dadas las características de las tecnologías bajo consideración, esta variable intenta medir si el proceso de adopción de la labranza de conservación es neutral al tamaño de la parcela de maíz o si por el contrario los niveles de adopción se sesgan hacia los extremos de la distribución del tamaño. Se espera que la relación en este caso no sea lineal por lo que se la incorpora en forma de su logaritmo natural. Tampoco en este caso es posible predecir *a priori* el signo de esta variable.

Importancia de la ganadería. Proporción de la superficie total de la finca dedicada a la ganadería. Además de medir el nivel de recursos y el tipo de finca, esta variable también influye sobre la adopción de la labranza de conservación a través de su efecto sobre la compactación del suelo. Por el lado del nivel de recursos, altos valores de la variable indican un tipo de finca dedicada principalmente a la actividad ganadera con niveles de recursos moderados a buenos. En ese sentido, la adopción de la L_0 o L_m no tendría restricciones en términos de acceso al capital, lo que indicaría una relación positiva entre esta variable y la probabilidad de adopción. Sin embargo, el signo de la variable queda indefinido, ya que esta variable también se comporta como una aproximación al grado de compactación del suelo. El grado de compactación del terreno es un factor que influye en la decisión de adopción de tipos de labranzas que implican no remover el suelo, ya que un alto grado de compactación implicaría que los agricultores necesitarán roturar el suelo para mejorar su estructura. De hecho se postula que fue este factor el que motivó a los agricultores del área a modificar la recomendación de la L_0 y reemplazarla por la L_m . Sin embargo, el grado de compactación del suelo es difícil de observar y de medir, por lo que su efecto debe ser aproximado por variables que estén fuertemente relacionados con ella. En el caso de esta variable, es de esperar que si existe una alta proporción de la superficie dedicada a la ganadería, la finca estará más dedicada a esa actividad y tendrá mayores existencias de ganado. Por lo tanto, existirá una mayor presión de pastoreo sobre los rastrojos de maíz en las épocas secas y menores serán las posibilidades de adoptar la L_0 y/o la L_m ².

Pendiente. Variable cualitativa que toma el valor de 1 cuando la topografía de la parcela es plana, y 0 cuando la parcela es ondulada o muy inclinada. Se espera una relación negativa con la probabilidad de adopción, ya que es en las áreas de laderas donde el laboreo mecánico provoca un mayor problema de degradación del suelo.

Disponibilidad de maquinaria L_0 . Variable cualitativa que toma el valor 1 si el agricultor posee o tiene acceso a sembradora de cero labranza, o sembradora convencional con discos corrugados adaptados y 0 si no posee o no tiene acceso a estos tipos de sembradora.

Esta variable mide las restricciones a la adopción impuestas por el mercado, por lo que se espera una relación positiva con la probabilidad de adopción de la L_0 y de la L_m respectivamente.

2 Se estimó la correlación entre esta variable y la presión de pastoreo, definida como el número de animales por unidad de superficie cultivada de maíz, y se encontró un coeficiente de correlación positivo y significativo entre ambas variables ($r = 0.56$).

Tenencia maquinaria L_c . Variable cualitativa que toma el valor de 1 cuando el productor es propietario de alguna de esta maquinaria y de 0 cuando no tenía propiedad sobre estas maquinarias. Por lo tanto, debe esperarse una relación negativa entre la propiedad de maquinaria convencional y la decisión de adoptar la cero labranza.

Información. Esta variable cualitativa asume el valor de 1 cuando el productor ha tenido acceso a la información de la tecnología de labranza de conservación, y 0 cuando no ha tenido. El acceso a la información se refiere al hecho de si el productor recibió la recomendación de la tecnología, ya sea de parte de las instituciones de investigación y extensión que promovieron dicha tecnología, así como de otros productores.

La Tabla 9 resume los efectos esperados y las principales características en la muestra de las variables para cada una de las dos regiones consideradas en el análisis.

Tabla 9. Efecto esperado y estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en el modelo de adopción de la labranza de conservación en Azuero, Panamá, 1994

(a) Región I (n=52)

Variable	Efecto esperado	Media/ Proporción	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Log. Superficie maíz	?	2.75	1.59	0	5.56
Tenencia	?	0.52	0.50	0	1
Importancia ganadería	?	0.48	0.33	0	0.99
Pendiente	-	0.63	0.49	0	1
Disponibilidad maquinaria L_0	+	0.77	0.43	0	1
Tenencia maquinaria L_c	-	0.12	0.32	0	1
Información	+	0.65	0.48	0	1

(b) Regiones II y III (n=64)

Variable	Efecto esperado	Media/ Proporción	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Log. Superficie maíz	?	1.96	1.29	0	4.83
Tenencia	?	0.77	0.43	0	1
Importancia ganadería	?	0.64	0.34	0	0.98
Pendiente	-	0.75	0.44	0	1
Disponibilidad maquinaria L_0	+	0.33	0.47	0	1
Tenencia maquinaria L_c	-	0.20	0.41	0	1
Información	+	0.61	0.49	0	1

4.2 Resultados

Los parámetros estimados del modelo de adopción de la labranza de conservación para ambas regiones se presentan en la Tabla 10. En términos generales, el modelo

logístico estimado para cada región, resultó estadísticamente significativo al 99% de confianza, de acuerdo con la prueba de la relación de máxima verosimilitud. Las demás medidas de la bondad de ajuste de ambos modelos también resultaron satisfactorios. La Tabla 11 muestra la capacidad del modelo estimado para predecir la clasificación de los agricultores en las diferentes categorías.

Tabla 10. Factores que afectan la adopción de la labranza de mínima y cero en Azuero, Panamá: Modelo logístico multinomial.

Variable	Normalización respecto a la no adopción ⁽¹⁾		
	Región I L _m	L ₀	Región II&III L _m ⁽²⁾
Constante	-1.406 (-1.17)	-7.091 (-2.85)	-0.199 (-0.13)
Tenencia (0/1)	-0.110 (-0.11)	-0.224 (-0.19)	0.597 (-0.68)
Log. superficie maíz (has)	0.072 (0.230)	0.736 (1.89)**	-0.958 (-2.27)**
Importancia de la ganadería	2.348 (1.62)*	3.631 (1.72)*	-2.983 (-2.77)***
Pendiente (0/1)	-1.119 (-1.3) †	1.150 -0.890	0.882 (-1.04)
Disponibilidad maquinaria L ₀ (0/1)	2.232 (1.93)**	2.010 (1.34) †	0.586 (-0.66)
Tenencia maquinaria L _c (0/1)	-2.743 (-2.08)**	-2.816 (-1.82)*	0.041 (-0.03)
Información (0/1)	-0.150 (-0.17)	1.378 -1.090	2.363 (2.61)***
Observaciones	52		64
Prueba de verosimilitud	$\chi^2_{(14)} = 33.7^{***}$		$\chi^2_{(7)} = 18.5^{***}$
McFadden pseudo R ²	0.30		0.24
Predicción correcta (%)	65		73

Notas: (1) Valores entre paréntesis son valores asintóticos del estadístico t.

(2) Incluye tres casos con adopción de L₀.

(3) (*), (**), (***) representan valores de los parámetros diferentes de cero con 90, 95 y 99% de confianza en una prueba de dos colas. (†) representa parámetros diferentes de cero con 90% de confianza en una prueba de una cola.

Tal como se esperaba la tenencia de la tierra no parece influir en la decisión de adopción en ninguna de las regiones consideradas. Es decir que los aspectos relacionados con el ahorro de costos de corto plazo predominan sobre las consideraciones acerca de la calidad del suelo y el horizonte de planeamiento.

Tabla 11. Resultados observados y predichos por el modelo

(a) Región I

Observados	Predichos			Total
	L_c	L_m	L_o	
Lc	13	3	1	17
Lm	4	12	5	21
LO	1	4	9	14
Total	18	19	15	52

(b) Regiones II y III

Observados	Predichos		Total
	L_c	L_m	
Lc	39	6	45
Lm	11	8	19
Total	50	14	64

Notablemente, las dos variables relacionadas con la superficie resultaron diferentes de cero, pero con signos opuestos de acuerdo con las regiones consideradas. En la región I tanto el tamaño de la parcela como la importancia de la ganadería influyen positivamente la adopción de la L_o y L_m , en cambio en las regiones II y III lo hacen en forma negativa. Es decir que en la región I la adopción de la L_o se sesga hacia parcelas más grandes de maíz mientras que en las regiones II y III los agricultores con parcelas más chicas tienen mayores probabilidades de adoptar la L_m . En el caso de la importancia del componente ganadero, en la región I parecen predominar los aspectos relacionados con la disponibilidad de recursos por lo que se observa una mayor probabilidad de adopción en aquellos agricultores con una mayor participación del componente ganadero, mientras que en las regiones II y III la presión de pastoreo juega un papel importante, por lo que la relación es inversa. De hecho, este último factor podría explicar en parte la falta de adopción de la L_o en estas regiones.

Tanto la disponibilidad de maquinaria de L_o , principalmente sembradora, como la tenencia de maquinaria de labranza convencional resultaron con los signos esperados y estadísticamente significativas en la región I, pero no en las regiones II y III. La disponibilidad de maquinaria de L_o impulsa positivamente la adopción de la L_o y L_m , mientras que la tenencia de maquinaria de L_c representa una restricción fuerte a la adopción de ambos tipos de tecnologías. Estos resultados están relacionados con la estructura de las fincas entre regiones. En la región I predominan las fincas con parcelas de maíz más grandes, donde la ganadería es menos importante en el sistema, que en las regiones II&III. En este sistema, la práctica de la L_m y/o la L_o se realiza con máquinas sembradoras, ya sea especiales o adaptadas, por lo que su disponibilidad se torna más importante que en las parcelas de maíz más pequeñas de las regiones II y III, donde la siembra manual

es económicamente factible. La importancia de la tenencia de maquinaria convencional confirma la trascendencia de los aspectos de costos en la decisión de adopción en la región I.

En el caso de la disponibilidad de información, este factor resultó positivamente relacionado con la adopción de la L_m en las regiones II y III, pero no fue importante en la I. Es justamente en esta última región donde se concentró la acción de los agentes de extensión en el pasado, por lo que los niveles de información no resultaron una restricción para la adopción. Los resultados indican la importancia de realizar una buena campaña de información sobre la tecnología en las regiones II y III, donde este factor sí juega un factor importante en la decisión de adopción.

La Tabla 12 muestra la probabilidad de adopción de la L_m y L_0 para un agricultor típico en las regiones identificadas. El agricultor típico se define para los valores más frecuentes de las variables cualitativas y los valores promedios de las variables cuantitativas. Así, de acuerdo con los valores expuestos anteriormente un agricultor típico en la región I corresponde a una finca cuya parcela de maíz tiene en promedio 47 ha, es propiedad del agricultor (52%), que tiene casi la mitad (48%) de la superficie total de la finca dedicada a la ganadería, donde la parcela de maíz tiene una topología plana (63%), con buena disponibilidad de maquinaria de L_0 (77%), que no posee maquinaria de labranza convencional (88%), y que posee información sobre la tecnología (65%).

En el caso de las regiones II y III, el agricultor típico es aquel cuya parcela de maíz tiene en promedio 16 ha, es propiedad del agricultor (77%), que tiene la mayor parte (64%) de la superficie total de la finca dedicada a la ganadería, donde la parcela de maíz tiene una topología plana (75%), sin disponibilidad de maquinaria para la L_0 (67%), que no posee maquinaria de labranza convencional (80%) y que posee información sobre la tecnología (61%).

Además de la probabilidad de adopción del agricultor típico, la Tabla presenta la probabilidad de adopción si se cambia una de las variables cualitativas que resultaron significativas manteniendo las demás constantes. En ese sentido, mide el impacto del factor sobre la probabilidad de adopción.

Los resultados de la Tabla 12 confirman la importancia de las variables relacionadas con la tenencia y disponibilidad de maquinaria en la región I y de la información en las regiones II y III. La tenencia de maquinaria para labranza convencional, por ejemplo, reduce la probabilidad de adopción de la L_m en 70% y de la L_0 en 74%. Sin embargo, no tiene un impacto significativo en la adopción de la L_m en las regiones II y III. Un impacto similar se aprecia en el caso de que el agricultor no tenga disponibilidad de maquinaria para la L_0 . En el caso de la información sobre la tecnología, su importancia para las regiones II y III queda de manifiesto si se considera que la probabilidad de adopción se reduce en 87% en caso que el agricultor no haya tenido acceso a la información; mientras que esta variable no tiene un impacto significativo en la región I.

El impacto de las variables cuantitativas individuales sobre la probabilidad de adopción de la labranza mínima y cero se estima mediante el cálculo de la elasticidad ³ de

3 La elasticidad d mide el cambio porcentual en la probabilidad de adopción ante un cambio porcentual en el factor.

cada factor. La elasticidad mide el cambio porcentual en la probabilidad de adopción ante un cambio porcentual en el factor. La Tabla 13 muestra los resultados para las dos variables cuantitativas presentes en el modelo, la superficie de la parcela de maíz y la importancia de la ganadería.

Tabla 12. Probabilidades de adopción de la L_0 y L_m en las dos regiones consideradas.

	Probabilidades de adopción (%)		
	Región I		Regiones II&III
	L_m	L_0	L_m
Agricultor típico	37	46	30
Tiene maquinaria de L_c	11	12	nr
Sin disponibilidad maq. L_0	15	23	nr
Sin propiedad tierra	nr	nr	nr
Sin información	nr	nr	4

Notas: nr = no relevante

Tabla 13. Elasticidad de la probabilidad de adopción (cambio porcentual en la probabilidad de adopción ante un incremento de 10% en el factor) para un agricultor típico

	Región I		Regiones II&III
	L_m	L_0	L_m
Superficie parcela de maíz.	nr	4.0	-6.7
Importancia ganadería	7.1	9.4	-13.3

Notas: nr = no relevante

De acuerdo a estos resultados ambas variables tienen un impacto relativamente más importante en las regiones II y III que en la región I. En las primeras, un incremento en la superficie relativa dedicada a la ganadería conlleva a una reducción más que proporcional en la probabilidad de adopción de la labranza mínima. En el mismo sentido, pero un poco menor opera el cambio relativo inducido por la incremento en la superficie de la parcela de maíz. Estos resultados son consistentes con el patrón de adopción observado en ambas regiones donde la labranza de conservación se ha difundido más entre fincas pequeñas, dedicadas principalmente a la agricultura.

En el caso de la región I los coeficientes asociados a estas variables muestran cambios positivos e inelásticos. Aumentos proporcionales en cada una de las variables

inducen cambios en la misma dirección pero menos que proporcionales en la probabilidad de adopción. Sin embargo, la importancia de la ganadería tiene una elasticidad cercana a la unidad con respecto a la L_0 ; y de 70% en caso de la L_m , reflejando la importancia del componente ganadero. En esta región, el aumento proporcional en la importancia de la ganadería aumenta la probabilidad de adopción de la L_0 en forma casi proporcional y de la L_m en forma menos que proporcional. De la misma forma, un aumento en el tamaño de la parcela, incrementa la probabilidad de adopción de la L_0 en forma menos que proporcional y no afecta la adopción de la L_m . Ambas variables, la importancia de la ganadería, y el tamaño de la parcela de maíz, no están correlacionadas entre sí (coeficiente de correlación, $r = -0.18$).

Estas cifras indican un patrón diferenciado del tipo de fincas que adoptan la labranza de conservación (L_0 y L_m) en las regiones. En la región I, la tecnología tiene más probabilidad de ser adoptada por fincas grandes, más dedicadas a la ganadería, mientras que en las regiones II y III ocurre lo inverso. Las fincas pequeñas más agrícolas tienen más posibilidades de adoptar la L_m .

5. Resumen y Conclusiones

Las formas actuales de preparación del suelo y la siembra del maíz varían considerablemente a nivel de las regiones estudiadas. El proceso de cambio tecnológico en estos componentes entre 1985 y 1994, ha sido también diferenciado. Aunque en general, a nivel de las tres regiones el cambio más importante lo ha constituido el proceso hacia la progresiva eliminación del arado y la reducción en el número de pases de rastra, en la Región I, los agricultores cambiaron de la labranza convencional a la labranza cero (27%) y a la labranza mínima (40%). En las regiones II y III, el proceso de cambio fue menor; la mayor parte de los agricultores (70%) aún practican la labranza convencional y el cambio predominante fue hacia la práctica de la labranza mínima (30%).

En todas las regiones el proceso de adopción estuvo principalmente regulado por condiciones de ahorro de costo más que por consideraciones de largo plazo. Sin embargo existen diferencias entre regiones en los factores que limitan o promueven la adopción de la labranza de conservación.

En la región I, la tecnología de conservación tiene más probabilidad de ser adoptada por fincas grandes, más dedicadas a la ganadería, mientras que en las regiones II y III ocurre lo opuesto. Las fincas pequeñas más agrícolas tienen más posibilidades de adoptar la L_m . Este patrón diferenciado puede ser atribuido a las diferencias estructurales entre las regiones. En la región I predominan las fincas grandes, las cuales están dedicadas principalmente a la ganadería, pese a lo que la superficie relativa dedicada a esta actividad no es alta. Aproximadamente la mitad de las parcelas dedicadas al cultivo de maíz son arrendadas a ganaderos, donde el rastrojo entra en los precios de arrendamiento.

En la Región I, los dos factores cualitativos que más influyen negativamente la decisión de adoptar la labranza de conservación, tanto L_0 como L_m , son la tenencia de maquinaria para labranza convencional y la falta de acceso a la sembradora de labranza cero. Contrariamente, en las regiones II y III estos factores no tienen mayor influencia sobre la probabilidad de adopción de la L_m , pero sí tiene influencia el acceso a la información sobre la tecnología.

La hipótesis de que la práctica de la L_m o L_0 , en comparación con la L_c va asociada con un mayor uso de insecticidas (por la mayor presencia de insectos del suelo, como la gallina ciega), fue rechazada. De igual manera, también se rechazó la hipótesis de que la L_m o L_0 afectan los rendimientos de maíz a corto plazo. Estos, son afectados por factores asociados con el nivel tecnológico tales como la región que se trate, el tamaño de la parcela, y la importancia de la ganadería en el sistema.

En cuanto al origen de la práctica se determinó que aunque un porcentaje importante de productores reconocen la participación que ha tenido el IDIAP y el MIDA en el proceso de generación y transferencia de la tecnología de labranza de conservación, los resultados mostraron que el mecanismo que más se utilizó en la transmisión de esta tecnología fue la comunicación de productor a productor. Sin embargo, considerando el patrón temporal de cambio en el modo de preparar el terreno y el del programa de investigación en fincas, ambos coinciden perfectamente por lo que se puede concluir que el origen de la práctica debe atribuirse a los efectos del programa, coadyuvado por la acción de las casas comerciales que pusieron maquinaria e insumos a disposición de los agricultores del área.

Varios aspectos necesitan de un mayor esfuerzo de investigación. Por un lado, el impacto de la labranza de conservación sobre los suelos y en especial sobre los niveles de compactación de los mismos ante la presencia de ganado en el sistema es una variable clave para entender mejor la diferencia entre la adopción de la L_m y la L_0 . Una mejor caracterización de estos aspectos ayudaría a evaluar mejor el futuro potencial de la cero labranza en la zona y sobre todo analizar con más elementos la posibilidad de que los productores que realizan actualmente la L_m cambien a la L_0 .

Otro de los aspectos que merece una investigación más profunda se refiere al componente de malezas (principalmente la *Cyperus rotundus*) y la vinculación con el uso de la labranza de conservación, ya que varios productores reportaron que utilizaron esta tecnología para obtener un mejor control de malezas. Sin embargo este aspecto no fue incorporado en el presente estudio. Finalmente, es necesario estudiar los efectos a largo plazo de la labranza de conservación sobre el suelo con el fin de incorporar estos aspectos en el análisis.

Los resultados encontrados sugieren que en las regiones II&III se requiere un mayor esfuerzo de transferencia de la tecnología de conservación, pero en particular de la L_0 , ya que en estas regiones las limitantes dadas por la tenencia de maquinarias o disponibilidad de sembradoras no existen ya que en su mayoría son agricultores propietarios y un porcentaje considerable de ellos siembran a chuzo.

En la región I el programa de extensión debe dirigir sus esfuerzos a dirigir el proceso de cambio del uso de la L_m hacia la L_0 . De igual manera, debe hacerse énfasis en la extensión de otros aspectos vinculados con la labranza de conservación, como por ejemplo el manejo del suelo y de los residuos, de tal manera que los productores se sensibilicen con respecto a las ventajas e importancia a más largo plazo de la labranza de conservación.

Bibliografía

- Anderson, J., and J. Thampapillai. 1990. *Soil Conservation in Developing Countries: Project and Policy Intervention*. Policy and Research Series 8. Washington, D.C.: The World Bank.
- Casley, D. J; K. Kimar. Recopilación, análisis y uso de los datos de seguimiento y evaluación. Banco Mundial, Fondo Internacional de Desarrollo Agrario, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa, Castelló, 37. Madrid, España. 1990. 176 pág.
- CIMMYT. 1993. La adopción de tecnologías agrícolas: Guía para el diseño de encuestas Programa de Economía del CIMMYT. México, D.F. CIMMYT.
- Crosson, P. 1981. *Conservation Tillage and Conventional Tillage: A Comparative Assessment*. Ankeny, Iowa: Soil Conservation Society of America.
- Domencich, T y D. McFadden. 1972. A disaggregated Behavioral Model of Urban Travel Demand. Report No. CRA-156-2 Charles River Associates, Inc., Cambridge Massachusetts.
- Erenstein, O. 1996. Labranza de conservación o conservación de residuos? Una evaluación del manejo de residuos en México. Cap. En Memorias: Labranza de Conservación 4o. Foro Internacional 96. México: FIRA. 105-14.
- Ervin, C., and D. Ervin. 1982. Factors influencing the use of soil conservation practices: Hypotheses, evidence, and policy implications. *Land Economics* 58: 277-292.
- Gordón, R., N. De Gracia, A. Gonzalez, J. Franco, A de Herrera y W. Raun. 1992. Respuesta del cultivo de maíz a la aplicación de fósforo y azufre en la Región de Azuero, Panamá, 1989-1992. En J. Bolaños, G. Sain, R. Urbina, and H. Barreto (eds.). Síntesis de resultados experimentales del PRM 1992. Ciudad de Guatemala, Guatemala., pag. 126
- Gujarati, D.N. 1988. Basic econometrics. McGraw Hill, Inc. 2nd. Edition. New York, New York.
- Kilmer, V. 1982. Handbook of soils and climate agriculture. CRC press, Boca Raton, Fl. Citado por Barreto H., R. Raab, A.D. Violic, y A Tasistro (eds.), 1989. Labranza de conservación en maíz. Documento de trabajo CIMMYT - PROCIANDINO.
- Ministerio de Desarrollo Agropecuario. Registro estadístico de productores, parcelas y hectáreas sembradas de maíz en la región de Azuero. Año 1993.
- Napier, T.L. 1991. Factors affecting acceptance and continued use of soil conservation practices in developing societies: A diffusion perspective. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 36: 127-140.
- Pereira de Herrera, A., C. Durán, y I. Gutiérrez. 1990. Indicadores económicos y tecnología utilizada en la producción de maíz en la región de Azuero. Boletín técnico No.37. Panamá, IDIAP.
- Rahm, M., and W. Huffman. 1984. The adoption of reduced tillage: The role of human capital and other variables. *American Journal of Agricultural Economics* 66(4): 405-413.
- Saliba, B.C. 1983. An economic analysis of the relationship between soil conservation behavior and farmland characteristics. PhD thesis. Madison, Wisconsin: University of Wisconsin, Department of Agricultural Economics.
- Thampapillai, D.J., and J. Anderson. 1991. Soil conservation in developing countries: A review of causes and remedies. *Quarterly Journal of International Agriculture* 30(3): 210-223.
- Train, K. 1990. Qualitative choice analysis. Theory, econometrics and application to automobile demand. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts.
- Van Nieuwkopp M., W. López B., A. Zamarripa M., R. de la Piedra C., F. J. Cruz Ch., R. Camas G., y J. López M. 1994. La adopción de las tecnologías de labranza de conservación en La Fraylesca, Chiapas. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) e Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), México.

LA ADOPCION DE TECNOLOGIA DE CONSERVACION DEL SUELO EN EL SALVADOR: VINCULANDO PRODUCTIVIDAD Y CONSERVACION¹

*Gustavo E. Sain
y Héctor J. Barreto*

1. Introducción

A medida que ha aumentado la preocupación por la erosión del suelo, ha aumentado también el interés por los factores que influyen en la adopción de prácticas de conservación, tales como la labranza conservacionista. Varios factores que afectan la adopción de la labranza de conservación, particularmente en climas templados y subtropicales han sido identificados (Anderson y Thampapillai 1990, Napier 1991). La adopción exitosa de prácticas de conservación del suelo para mantener la productividad del cultivo requiere la atención de factores técnicos, institucionales, ambientales y socioeconómicos que condicionan el comportamiento de adopción de los agricultores. Napier (1991) concluye que las barreras más importantes para la adopción de prácticas de conservación del suelo son los factores institucionales, tales como problemas de tenencia de la tierra, carencia de acceso al crédito, falta de disponibilidad de tierra comunal, grado de desarrollo de un mercado de tierra y falta de información técnica relativa a las prácticas.

Los factores ambientales y tecnológicos más importantes que influyen sobre la adopción incluyen la pendiente, el régimen de humedad del suelo, el tipo de suelo, el grado de erosión del suelo, el sistema de cultivo y el tipo de tecnología tradicional de cultivo (Crosson 1981; Rham y Huffman 1984; Saliba 1983). La composición de la familia, el tamaño de la finca y la tenencia de la tierra son citados como características importantes de la finca que influyen en la adopción. Un estudio reciente en El Salvador determinó que el tamaño de la finca está estrechamente relacionado con las prácticas conservacionistas, pero no se detectó relación alguna con la tenencia de la tierra (McReynoldset *al.* 1993).

Entre los factores relativos a las características del agricultor y su familia, que han sido vinculados a la adopción de prácticas de conservación, se encuentran el grado de

1 Esta contribución es una traducción del artículo *The adoption of soil conservation in El Salvador: Linking productivity and conservation*. *Soil and Water Cons.* 51(4) 313-321.

educación, el grado de aversión al riesgo, la sensibilidad de los agricultores a los cambios en el corto y largo plazo, la conciencia de la erosión como un problema, la actitud social y el grado de participación en actividades comunales (Anderson y Thampapillai; 1990, Crosson 1981; Epplin y Tice 1986; Ervin y Ervin 1982; Lee y Stewart 1983; Saliba 1983).

A pesar de la larga lista de factores que afectan las decisiones de los agricultores para adoptar prácticas conservacionistas de los recursos, se conoce poco sobre la manera en que los componentes tecnológicos individuales obran recíprocamente en el proceso de adopción (Lckeretz 1990). Se argumenta, por ejemplo, que los agricultores adoptan tecnologías no como un paquete, sino secuencialmente mediante componentes individuales (Byerlee y Hesse de Polanco 1986). Alguna evidencia, sin embargo, indica que en ciertos casos las tecnologías necesitan ser adoptadas como un paquete para facilitar su uso por los agricultores en el corto plazo (Nagy *et al.* 1988). Además, parece existir una tendencia a ver las metas de la conservación como inconsistentes y hasta antagónicas con respecto a los fines del aumento de la productividad (Thampapillai y Anderson 1991).

Aunque la adopción generalizada de la labranza conservacionista en el área de Guaymango, El Salvador, ha sido documentada (Calderón 1973; Calderón *et al.* 1991; Mendoza *et al.* 1991; Sosa 1992), poco se ha hecho para examinar por qué los agricultores en áreas vecinas, con características similares, no adoptaron las prácticas conservacionistas con el mismo grado. Las prácticas de manejo dirigidas al aumento de la productividad del cultivo fueron ampliamente difundidas a lo largo de El Salvador en las décadas de 1970 y 1980 (Walker 1980), pero las prácticas de conservación del suelo no encontraron el mismo éxito.

El estudio descrito en este documento tuvo como objetivo examinar cómo y por qué las tecnologías para mejorar la productividad del maíz y la conservación del suelo se vincularon exitosamente, fueron diseminadas entre los agricultores y adoptadas en el área de Guaymango. Se discuten algunos principios generales para orientar la investigación, la extensión y las políticas, con un enfoque para orientar los esfuerzos de reproducir el éxito de Guaymango en otras áreas de El Salvador y de Centroamérica.

El documento está organizado como se indica a continuación. Primero, se describen las fuentes de datos usadas en el análisis, seguidos por una breve descripción del área de estudio y del programa de extensión efectuado allí hace dos décadas. Seguidamente, se analiza el patrón cronológico de adopción de tecnología, la estructura de costo-beneficio a corto plazo, y las condiciones técnicas y económicas a largo plazo que hicieron el programa exitoso. Se realizan algunas comparaciones con otras dos áreas similares a la de Guaymango, pero donde los agricultores no adoptaron las tecnologías de conservación del suelo. Finalmente, se examinan las implicaciones potenciales para la investigación, extensión y política, con énfasis en los requerimientos técnicos para desarrollar recomendaciones de manejo de sistemas que incluyen los componentes de conservación y productividad.

2. Fuentes de Datos

Dado que los procesos de adopción y extensión que son el objetivo de este estudio ocurrieron entre 15 y 20 años atrás, varios métodos de evaluación fueron utilizados

para reunir la información usada en el análisis. Los documentos anteriores sobre la experiencia en Guaymango, conjuntamente con datos secundarios, proveyeron la base para la descripción de las tres áreas de estudio (Guaymango, Opico y Textistepeque), sus sistemas predominantes de cultivo y las características del programa de extensión.

Durante 1990-1991, se condujo una encuesta para determinar la historia del proceso de adopción y registrar las percepciones de los agricultores en ambos temas de productividad y conservación. Los entrevistadores fueron a comunidades elegidas al azar y se dispersaron en diferentes direcciones, entrevistando a los agricultores que encontraran. En total, se entrevistaron 110 agricultores.

Durante 1991-1992, se hicieron mediciones de campo en las fincas de los agricultores de las tres áreas para determinar la cantidad de residuos del cultivo (rastrajo) que quedaba en diferentes momentos durante la temporada seca y para caracterizar las diferencias en el manejo de los residuos del cultivo entre los agricultores. Finalmente, dos encuestas informales se efectuaron durante 1992-1993 en Guaymango y en las dos áreas de control, Opico y Textistepeque. El doble objetivo de estas encuestas fue: 1) recolectar información sobre parámetros claves del sistema de cultivo, y 2) caracterizar la estructura institucional que opera en las áreas para permitir un análisis comparativo entre ellas. Las dos áreas de control se eligieron porque los agricultores allí han adoptado un paquete de productividad parecido al recomendado para Guaymango, pero practican poca o ninguna labranza conservacionista, aunque se ha hecho considerable esfuerzo para promocionar la tecnología.

2.1 El área de estudio

Guaymango posee un área aproximada de 140 kilómetros cuadrados ubicado en los Departamentos de Ahuachapán y Sonsonate, al suroeste de El Salvador (Figura 1). La topografía se caracteriza por una serie de colinas con pendientes que van desde 40 a 90% (García, Minerveni y Menéndez1966); la elevación oscila entre 10 y 250 metros sobre el nivel del mar. Los suelos de la región son principalmente Inceptisoles y Entisoles rojos, con un pH entre 5.0 y 6.5, baja disponibilidad de fósforo y texturas predominantemente franco-arenosas a franco-arcillo-arenosas. La precipitación promedio en la década pasada estuvo alrededor de 1 900 mm, distribuida desde mayo a diciembre. Setiembre es el mes de mayor precipitación, pero hay un período marcado de precipitación inferior (*canícula*) durante julio y agosto. La temperatura media anual es de 26°C. De acuerdo con la escasa información estadística disponible, durante la década de 1970 y mediados de 1980, alrededor de 44% del área total de Guaymango (871 ha) se dedicó a la agricultura, otro 44% a pasturas naturales y el restante 12% estaba dividido entre pastura sembrada, bosques y otros usos. Solo 5% del área total era forestada.

Alrededor de 90% de la tierra en uso agrícola fue sembrada con maíz y sorgo en un sistema de cultivo de relevo. En el 10% restante de la tierra agrícola, los agricultores cultivaron maíz, frijoles y ajonjolí y maíz intercalado con ajonjolí o arroz, (Calderón 1973).

En el sistema predominante de maíz-sorgo, el maíz es sembrado a mano en mayo una vez que las lluvias se establecen. Alrededor de la floración del maíz (junio-julio) el sorgo se siembra entre las filas de maíz. Sombreado por el cultivo de maíz, el sorgo se desarrolla lentamente hasta que los tallos de maíz se doblan alrededor de setiembre, antes de la cosecha. El cultivar de sorgo de día corto florece en octubre y está listo para la cosecha en enero o febrero. Durante la temporada seca, en febrero, marzo y abril, el ganado se alimenta del rastrojo dejado en los campos.

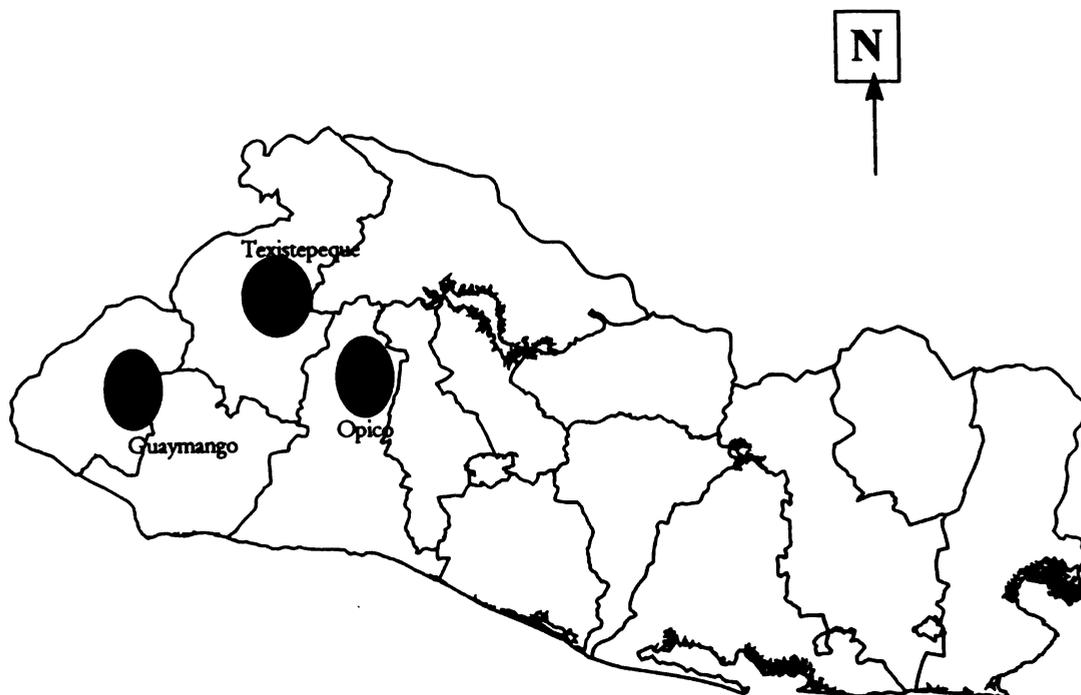


Figura 1. Ubicación de las áreas de estudio en Guaymango, Opico y Texistepeque, El Salvador.

3. Las Tecnologías Promocionadas: Vinculando Productividad y Conservación

A lo largo de la década de 1970, con el avance de la Revolución Verde en trigo y arroz, la adopción de tecnología agrícola fue fomentada mediante el uso de un paquete de insumos técnicos. Este enfoque fue ampliamente utilizado en muchos países en desarrollo con diferentes grados de éxito. A pesar de mucha promoción de "paquetes completos," la evidencia frecuentemente ha mostrado que los agricultores adoptan paso a paso los componentes individuales de un paquete en lugar de todos juntos (2), aunque a veces combinaciones y paquetes se consideren una necesidad para la adopción de tecnología (Nagy *et al.* 1988; Pachico y Borbón 1987). En El Salvador, los métodos tradicionales de extensión, conjuntamente con un enfoque de paquete, condicionaron por muchos años el pensamiento sobre la investigación y extensión en el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y en el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA) (Walker 1980).

La tecnología diseminada en El Salvador consistía de las siguientes recomendaciones interrelacionadas: 1) uso de semilla híbrida de maíz, 2) fertilización con fósforo y nitrógeno, 3) siembra en líneas a distancias reducidas para aumentar la densidad de plantas, y 4) aplicación de herbicida e insecticida (Soza y Moscardi 1977). Este paquete de insumos fue diseminado primeramente a finales de la década de 1960 y a lo largo de la década de 1970. Por ejemplo, en 1965, el servicio de extensión del MAG, en coordinación con la

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), lanzó un programa masivo de demostración con más de diez mil parcelas de maíz en el país (Cutié 1975). Estos avances fueron facilitados por la disponibilidad comercial de los nuevos híbridos de maíz, incluyendo H3 y el híbrido de maduración tardía H5 (Walker 1980). La Figura 2 muestra el patrón cronológico de difusión de semilla híbrida en El Salvador durante 1955-1991. La porción del área total cultivada con híbridos, principalmente H3 y H5, creció de alrededor de 10 - 15% al final de la década de 1960 a casi un 70% a principios de la década de 1980. Un recuento de la adopción de tecnología híbrida de maíz en El Salvador durante las décadas de 1960 y 1970 ha sido presentado por Cutié (1975) y Walker (1980).

En 1973, la agencia de extensión del MAG, en colaboración cercana con varias instituciones públicas y privadas, así como con ONG presentes en el área (Tabla 1), iniciaron un programa llamado *Programa de Producción Tecnificada de Granos Básicos* (PPTGB), con los objetivos de aumentar la producción de maíz y sorgo en la región y mejorar la conservación del suelo (Calderón *et al.* 1991).

El trabajo del programa puede dividirse en las siguientes tres etapas:

Etapas: El PPTGB comenzó organizando grupos de agricultores, llamados *Grupos Solidarios* (GS). Las instituciones que participaron más intensivamente en este trabajo

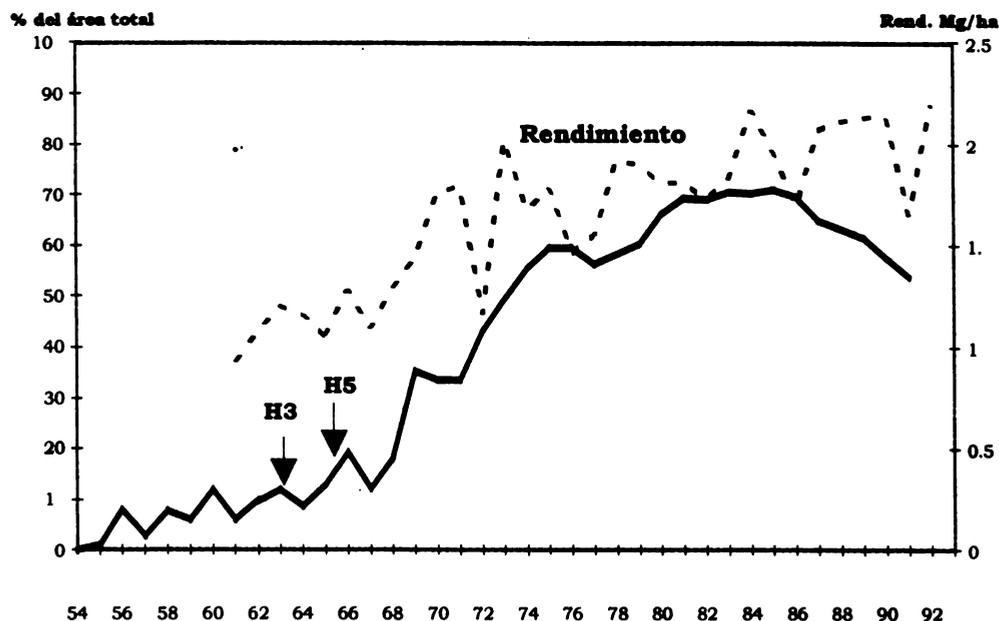


Figura 2 Porcentaje del área total cultivada con maíz híbrido y evolución del rendimiento promedio de maíz en El Salvador, 1954-91.

Fuente: MAG *Estadísticas de Economía Agropecuaria*, varias publicaciones, 1969-1980.

Tabla 1. Instituciones públicas y privadas activas en Guaymango al comienzo del programa de extensión.

Directamente involucradas	Menos directamente involucradas
División de Extensión Agrícola del CENTA, DEA Banco de Fomento Agropecuario, BFA Programa Mundial de Alimentos, PMA Asociación de Amigos de la Tierra	División de Investigación Agrícola del CENTA, DIA Federación de Cajas de Crédito, FEDECREDITO Autoridades civiles, eclesiásticas y militares Clubes cívicos y organizaciones religiosas

Fuente: Calderón *et al.* 1991.

fueron la División Agrícola de Extensión (DAE) y el Banco de Fomento Agrícola (BFA). Los GS eran grupos voluntarios simples, con un mínimo de tres agricultores, generalmente de la misma comunidad. Después de haberse establecido un acuerdo formal completo, cada grupo era registrado en la oficina de extensión y en el banco para que pudiera obtener los beneficios para los cuales había sido elegible.

Etapas 2: Los GS podían recibir crédito tan pronto como estuvieran registrados. El crédito nunca se proveyó a individuos, únicamente a grupos. Para ser sujetos de crédito, todos los miembros del grupo tuvieron que adoptar el paquete tecnológico completo, incluyendo prácticas de conservación. Dentro de cada grupo habían dos "agricultores líderes", identificados con base en sus capacidades como innovadores, buenos cooperantes, carencia de endeudamiento y otros criterios. Los dos líderes actuaban como los representantes del grupo y estaban registrados en la agencia de extensión local.

Etapas 3: La agencia de extensión promocionó el uso de prácticas de conservación y productividad entre los agricultores, especialmente mediante viajes de campo y concursos de conservación del suelo (Calderón 1973; Calderón *et al.* 1991). Ambas actividades se condujeron en colaboración con las instituciones de crédito, tales como el BFA y también con la Asociación de Amigos de la Tierra. Los premios concedidos a los ganadores consistieron en insumos (fertilizante, herbicida, árboles) o equipo (bombas de mochila, guantes, anteojos protectores, botas para el campo).

Es importante mencionar que ninguna investigación agrícola se condujo directamente en Guaymango en esta fase. Inicialmente, las alternativas tecnológicas eran todas elegidas del paquete de producción ampliamente promocionado a lo largo del país: variedades mejoradas, altas densidades de plantas, y uso de fertilizantes, herbicidas y plaguicidas. En Guaymango, sin embargo, el PPTGB realizó una adición importante al paquete de productividad. Esta adición consistió en las prácticas de conservación del suelo que restringieron la práctica tradicional de quemar los residuos del cultivo y fomentaron su uso como mantillo.

La Tabla 2 plantea las principales prácticas promocionadas en el área por el PPTGB. Cada práctica se clasifica según su papel primario como una práctica de productividad o de conservación, aunque algunas prácticas puedan clasificarse como ambas.

Tabla 2. Prácticas de conservación de suelo y de productividad de la tierra promovidas en el área de Guaymango por el PPTGB, 1973-1978.

Componente	Práctica
Conservación	<ol style="list-style-type: none"> 1. No quemar los residuos del cultivo (el uso de herbicidas fue recomendado para reemplazar la práctica tradicional de quemar los residuos del cultivo). 2. Distribución uniforme de los residuos del cultivo sobre el campo.² 3. Uso de barreras vivas y muertas. 4. Preparar el terreno y sembrar maíz y sorgo a lo largo de un contorno a nivel.
Productividad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uso de híbridos de maíz H3 y H5. 2. Uso de variedades mejoradas de sorgo. 3. Aumentar la densidad de plantas. 4. Aplicación de fertilizantes de N y P. 5. Aplicación de herbicidas e insecticidas.

Fuente: Adaptado de Calderón *et al.* 1991.

La aceptación de los agricultores del PPTGB en Guaymango fue sorprendente. La Tabla 3 muestra el número de GS organizados a través del tiempo, el número de agricultores involucrados en los grupos y el área cosechada con maíz-sorgo bajo labranza de conservación. Ya en 1983 el número de agricultores involucrados en el PPTGB había subido a 1 678 y había 398 GS. Estos agricultores sembraron 2 356 ha de maíz con sorgo en relevo, lo que representó una estimado de 94% del área total con el sistema de maíz-sorgo en Guaymango.

El programa produjo cambios claves en las prácticas de producción del sistema de cultivo de Guaymango. Los agricultores dejaron de quemar los residuos y los usaron como mantillo esparcidos sobre el suelo. En vez de sembrar la semilla en forma irregular, los agricultores comenzaron a plantar en filas a lo largo de contornos planos. Los híbridos de maíz reemplazaron a las variedades locales y se aplicaron mayores cantidades de fertilizantes con N y P (Calderón 1973; Calderón *et al.* 1991; Mendoza *et al.* 1991).

Como consecuencia de estos cambios en las prácticas de agricultores, la productividad del sistema de maíz-sorgo aumentó gradualmente (Tabla 4). El impacto sobre la productividad se reflejó en el volumen de producción. Esto condujo a los agricultores del área a preocuparse más por las pérdidas de postcosecha, hasta el punto que, durante 1977-1978, 177 agricultores se beneficiaron con la construcción de más de 230 silos de diferentes tamaños (Calderón *et al.* 1991).

² En un principio los agricultores fueron aconsejados para que pusieran el residuo de cultivo en las filas entre las plantas, siguiendo el contorno, para formar una barrera que evitara la erosión. Luego esta recomendación cambió y se les pidió a los agricultores distribuir el residuo de cultivo uniformemente sobre el campo.

Tabla 3. Tendencias en los números de grupos solidarios de agricultores (GS), número total de agricultores en grupos y área acumulada bajo labranza de conservación, Guaymango, El Salvador, 1973-1983.

Año	Número de GS	Número de agricultores en GS	Área acumulada bajo labranza conservacionista
1973	0	0	0
1974	12	82	18
1975	34	187	238
1976	45	272	316
1977	66	382	473
1978	88	564	727
1979	112	699	935
1980	143	979	1,482
1981	164	1,033	1,508
1983	398	1,678	2,356

Fuente: Calderón *et al.* 1991.

Tabla 4. Cambio en los rendimientos medios del sistema de cultivo de maíz con sorgo en relevo, Guaymango, El Salvador, 1963-1989.

Año	Rendimiento de maíz (Mg/ha)	Rendimiento de sorgo (Mg/ha)
1963	0.70	0.60
1970	0.97	0.70
1974	1.00	0.70
1978	2.34	1.50
1983	3.20	2.00
1989	3.23	2.10

Fuente: Mendoza *et al.* (1991).

El PPTGB terminó a principios de la década de 1980. Aunque más difícil de acceder, el crédito todavía estaba disponible para agricultores pequeños y las restricciones del PPTGB ya no se exigían. A medida que la década de 1980 progresaba, El Salvador se fue hundiendo en una crisis económica, política y militar que hizo muy difíciles los cambios institucionales. El crédito era escaso y más caro, y el trabajo de las instituciones públicas fue más limitado.

3.1 El patrón cronológico de adopción

Los resultados de la encuesta sobre la historia de las tecnologías del PPTGB apoyan la evidencia anecdótica disponible sobre la extensiva aceptación del programa en Guaymango.

La Tabla 5 muestra la distribución de frecuencia de agricultores muestreados agrupados según el periodo de tiempo de adopción. El patrón cronológico de adopción observado se ilustra en la Figura 3.

Estos datos indican que la adopción de la labranza conservacionista se esparció lentamente hasta 1970, cuando comenzó a crecer más rápidamente. La mayor parte de la adopción ocurrió entre 1973 y 1980, lo que es consistente con los datos disponibles del programa de extensión. Hay que mencionar, sin embargo, que entre un 15 y 20% de los agricultores muestreados declararon ya haber adoptado esta práctica de manejo a principios de la década de 1970. Esto contradice los recuentos de Calderón (Calderón 1973; Calderón *et al.* 1991), quien afirma que cuando el programa comenzó, todos los agricultores en el área quemaron sus campos en la preparación para la siembra. Hay dos explicaciones posibles para esta discrepancia. La primera, errores de medición en el muestreo podrían haberse presentado porque a los agricultores se les pidió recordar qué habían hecho muchos años atrás (versus ser interrogados con respecto a las actividades realizadas más recientemente). Segundo, después de tantos años, los agricultores pueden haber sido incapaces de diferenciar explícitamente entre la adopción del paquete de productividad y la adopción de la labranza de conservación. Por consiguiente, la mayor parte de la adopción reportada antes de 1970 se referiría a la adopción de variedad y fertilizante más que a la adopción de labranza de conservación.

Tabla 5. Distribución de frecuencias de la fecha de adopción de la labranza de conservación entre agricultores muestreados, Guaymango, El Salvador, 1968-1986.

Intervalo de tiempo (años)	Punto medio (años)	Número de agricultores	Frecuencias	
			Relativa	Acumulada
1960-1962	1961	9	0.08	0.08
1963-1965	1964	3	0.03	0.11
1966-1968	1967	2	0.02	0.14
1969-1971	1970	17	0.16	0.29
1972-1974	1973	3	0.03	0.31
1975-1977	1976	25	0.23	0.55
1978-1980	1979	35	0.32	0.87
1981-1983	1982	9	0.08	0.95
1984-1986	1985	5	0.05	1.00
Total		108		

Para estimar el patrón cronológico de adopción en Guaymango se ajustó una función logística a los datos, tomando 1970 como el punto de partida de la curva logística de crecimiento. La ecuación logística tiene la forma siguiente (CIMMYT 1988):

$$Y = K / (1 + e^{-a-bt})$$

donde K es el techo de adopción, t es el tiempo en años, y a y b son parámetros desconocidos a ser estimados.

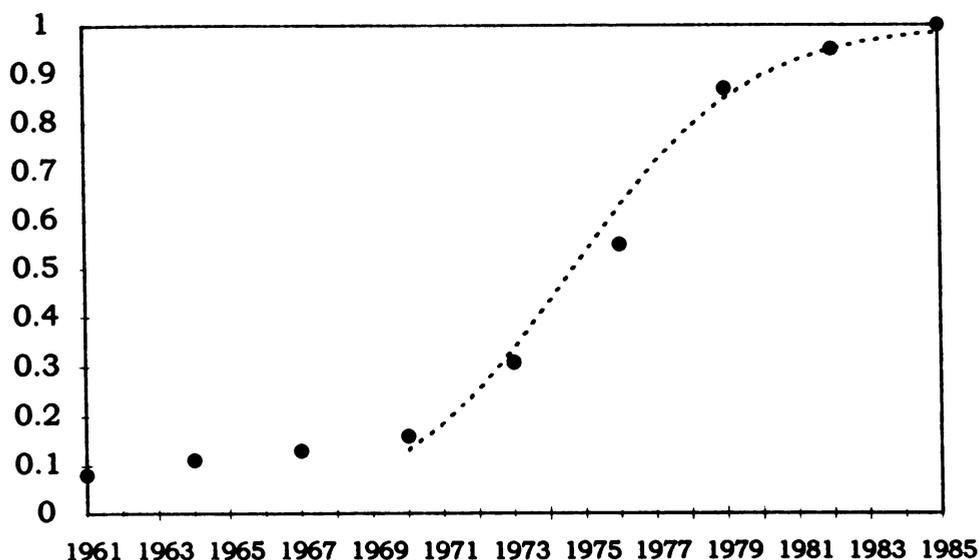


Figura 3. Patrón estimado de adopción para prácticas mejoradas de producción en Guaymango, El Salvador, 1970-86.

Se supuso un techo de adopción (K) de 100%, ya que virtualmente todos los agricultores en el área producen maíz-sorgo bajo el cultivo de conservación. La ecuación fue estimada por el método ordinario de los mínimos cuadrados mediante la transformación de la ecuación que usa el valor definido de K de 100%. La ecuación estimada es:

$$Y_t^* = 5.91 + 0.40 t$$

(- 12.9)** (X.6)**

R² Ajustado = 0.98

donde Y_t^* es la variable transformada, que permite la linealización de la ecuación, los valores entre paréntesis son estadísticos t, y ** significa que el coeficiente asociado es significativamente diferente de cero con 99% de probabilidad.

El modelo se ajustó bien a los datos y por lo tanto permitió la interpolación en aquellos años sin observaciones. La Figura 3 muestra el patrón de difusión estimado (la línea punteada) durante el periodo de 1970-1985, en términos de la proporción de agricultores en la muestra que adoptaron la labranza de conservación.

Las razones de los agricultores para dejar de quemar los residuos del cultivo se agruparon en cinco categorías amplias (Tabla 6). Alrededor de 45% de las respuestas de los agricultores se relacionaron directamente con el control de la erosión del suelo. Esto puede haber resultado de dos efectos correlacionados: el éxito del programa de extensión durante la década de 1970 y/o el aumento en la conciencia de los agricultores sobre el valor de no quemar los residuos del cultivo como una medida de conservación de suelo. Otro 40% de los agricultores en la muestra respondieron haber adoptado la práctica porque era una "recomendación" (17%) o porque se sintieron obligados a hacerlo por restricciones institucionales, tales como restricciones de acceso al crédito o requerimientos de propiedad de la tierra (23%).

Tabla 6. Razones principales dadas por los agricultores para no quemar los residuos del cultivo, Guaymango, El Salvador, 1990.

Razón	Frecuencia relativa (%)
Control de erosión	44
Esperanza de que aumente el rendimiento	6
Restricciones institucionales	23
Experiencia previa	10
Recomendación	17

3.2 La estructura de costos y beneficios de corto plazo del programa

La recomendación de conservación consistió básicamente en reemplazar la práctica de preparación de la tierra por los agricultores (cortar las malezas y quemar los residuos del cultivo) con control químico de malezas y distribuyendo uniformemente los residuos del cultivo sobre el suelo. Estos cambios apuntaron a reducir la erosión del suelo y aumentar la conservación de humedad del suelo mediante el uso de mantillo para cubrir el suelo (Calderón *et al.* 1991). Por el lado de los costos, la nueva práctica de conservación requirió una o dos aplicaciones de herbicida y, por lo tanto, fue más costosa que la práctica tradicional de roza y quema. La Tabla 7 muestra un presupuesto parcial, a precios de los insumos/productos de 1970-1975, de la práctica tradicional y la práctica mejorada, suponiendo ningún otro cambio en el manejo. Está claro que para los agricultores no es rentable cambiar sus prácticas si solo se consideran los efectos a corto plazo. Específicamente, aumenta la cantidad necesaria de recursos en efectivo y disminuye la cantidad de trabajo (generalmente provisto por la familia de la finca).

Tabla 7. Presupuesto parcial del componente de conservación del paquete de productividad-conservación, Guaymango, El Salvador, 1972-1975.

Item	Unidades por ha	Precio (US\$ por unidad)	Costo	
			Práctica del agricultor	Labranza conservacionista
Roza y quema	8.6 días-hombre	1.15	9.9	—
Roza de plantas erectas y esparcimiento de los residuos del cultivo	2.0 días-hombre	1.15	—	2.3
Herbicida (Paraquat)	2.8 l	1.90	—	5.3
Mano de obra para aplicar herbicida	2.5 días-hombre	1.15	—	2.9
Herbicida (Atrazina)	1.4 kg	5.40	—	7.6
Mano de obra para aplicar herbicida	2.5 días hombre	1.15	—	2.9
Total		9.90	21.0	

Por otra parte, las recomendaciones dirigidas hacia el aumento de la producción (semilla híbrida, fertilizantes de N y P, insecticida y herbicida) ocasionaron un aumento inmediato en la productividad de la tierra. Por ejemplo, la introducción de híbridos H3 y H5 aumentó el potencial de rendimiento de maíz a cerca de 5.5 Mg/ha en El Salvador (Walker 1980). Además, los resultados experimentales exploratorios del área mostraron que H5 respondía bien a la fertilización de N y P. El rendimiento experimental promedio con aplicaciones de 120 kg. de N/ha y 40 kg. de P/ha alcanzó 5.0 Mg/ha (Rodríguez *et al.* 1985). En campos de agricultores, el aumento en el rendimiento fue también notable. En los diez años de 1974 a 1983, los rendimientos promedios de maíz aumentaron de 1.0 Mg/ha a 3.2 Mg/ha, un aumento de 220%. Los rendimientos promedios de sorgo también experimentaron un aumento dramático, subiendo de 0.7 Mg/ha en 1974 a 2.0 Mg/ha en 1983 (Mendoza *et al.* 1991) (Tabla 4).

La Tabla 8 muestra el presupuesto parcial del paquete de productividad. Aunque la práctica mejorada era más intensiva en capital que la práctica de los agricultores, especialmente en el uso de insumos químicos, el aumento en el valor de los rendimientos de maíz compensaba el aumento de los costos, logrando una tasa marginal de retorno (TMR)³ de 183%.

Cuando se vincularon ambos componentes (productividad y conservación) en una recomendación, la TMR disminuyó a 149%. Aunque el componente de conservación muestra un aumento de costos en el corto plazo, el aumento en la producción y beneficios brutos del paquete de productividad compensa los costos variables más altos. La combinación del paquete de productividad y conservación como un todo era todavía lucrativa para los agricultores en el corto plazo.

¿Por qué los agricultores adoptaron el paquete entero en vez de adoptar el componente de productividad rentable en el corto plazo y desechar el componente de conservación de largo plazo menos rentable? La respuesta a esta pregunta yace en los nexos institucionales y económicos entre los dos componentes impuestos por el PPTGB, los cuales eran necesarios para asegurar la adopción del componente de conservación. Unir los componentes de productividad y conservación en una única recomendación evitaron el problema usualmente asociado con la adopción de tecnologías de conservación de recursos por sí mismos, que los agricultores deben pesar los costos a corto plazo versus los beneficios a largo plazo.

Un mecanismo institucional importante de vinculación fue provisto por los GS. Estos grupos eran el único medio por el cual los agricultores podían tener acceso al crédito y a la asistencia técnica, porque el crédito no era provisto a individuos, pero sí a los grupos.⁴ Para ser sujetos de crédito, todos los miembros de un grupo tuvieron que adoptar la recomendación completa. La organización de los GS no solamente proveía incentivos a los agricultores, dándoles acceso al crédito, sino también hizo responsables a todos los miembros del grupo en asegurar que ningún individuo en el grupo violara el acuerdo de abandonar la quema de residuos de cultivo (Calderón *et al.* 1991). Este acuerdo legal formal para el préstamo de bienes y servicios fomentaron un sentido de solidaridad y responsabilidad mutua entre los miembros de los grupos.

3 La TMR entre dos alternativas se define como el cociente entre el aumento en los beneficios netos y el incremento en los costos que varían entre alternativas (CIMMYT 1988).

4 Los no adoptadores, en comparación, encararon un sistema explícito de desincentivos; por ejemplo, no tuvieron ningún acceso a crédito o insumos (Calderón 1973; Calderón *et al.* 1991).

Adicionalmente, el mecanismo de los GS disminuyó los costos de monitoreo individual, ya que cada miembro de un grupo tenía interés en asegurar que ninguno en el grupo quemara los residuos de cultivo y así convirtiera al grupo entero en no sujeto de crédito. Los incentivos adicionales para adoptar prácticas de labranza conservacionista eran provistos por la agencia de extensión mediante los viajes al campo y los concursos de conservación de suelo.

Además, la información difundida a los agricultores mediante diferentes medios y métodos de entrenamiento (radio, días de campo, filmes y presentaciones) no diferenció explícitamente entre las ganancias a corto plazo y las ganancias a largo plazo de productividad dadas por la recomendación de productividad/conservación. De esta manera, los agricultores no fueron motivados a separar los componentes.

3.3 Requerimientos técnicos

La rentabilidad y la compatibilidad con el sistema de cultivo son generalmente reconocidas como condiciones importantes para la adopción de tecnología por los agricultores. En el caso de Guaymango y probablemente en muchos sistemas de cultivo en Centroamérica, el mayor desafío al uso alternativo de rastrojo (por ejemplo, como mantillo) está dado por su uso como forraje durante los meses secos (diciembre-abril). La presencia de ganado en los sistemas de cultivo de El Salvador es un factor importante que condiciona el éxito continuo de la tecnología de conservación, porque la cantidad de ganado afecta la cantidad de residuos del cultivo disponible para el uso como mantillo.

La Figura 4 describe la distribución de una cantidad determinada de recursos, R (residuos de cultivo), entre dos usos competitivos: forraje y cobertura del suelo. RoRo denota la curva de transformación de los residuos del cultivo para un nivel inicial y constante de productividad del sistema. La pendiente de esta curva representa la tasa marginal de transformación (TMT) entre el uso como forraje y como cobertura del suelo. Este valor mide el costo de oportunidad de dejar una unidad adicional de residuos del cultivo para la cobertura del suelo en términos de la producción de forraje para el ganado.

Dependiendo de las circunstancias internas y externas (preferencias individuales y oportunidades de mercado) de los agricultores, diferentes posiciones relativas pueden describirse a lo largo de la curva. Si S^* representa la cantidad mínima de residuos del cultivo necesaria para un control efectivo de la erosión del suelo⁵, entonces en un punto tal como B los agricultores usan una cantidad OC de residuos del cultivo como cobertura del suelo, que está debajo de S^* . Existen dos maneras para revertir esta situación. Una sería modificar las circunstancias de los agricultores a fin de desplazar el punto B hacia la derecha, para que la cantidad a dejar para la cobertura de suelo sea mayor o igual que el requisito mínimo de S^* . Sin embargo, modificar las circunstancias de los agricultores (sean internas o externas) para reducir el uso de rastrojo como forraje es difícil a corto plazo. Además, involucraría incorporar el valor de la conservación del suelo en el horizonte de planificación del agricultor, que a la vez es afectada por los precios de mercado para rastrojo y la importancia del ganado en el sistema de cultivo.

5 OS* será específico de cada sitio y dependerá de circunstancias que comúnmente no están bajo el control directo del agricultor, tales como erodibilidad del suelo, pendiente y precipitación.

Tabla 8. El presupuesto parcial y la rentabilidad relativa del paquete de productividad (variedad, densidad de plantas, aplicación de fertilizante y herbicidas), Guaymango, El Salvador, 1972-1975.

Item	Unidades por ha	Precio (US\$ por unidad)	Costo/Beneficio	
			Práctica del agricultor	Práctica mejorada
Siembra de variedad local, baja densidad	13 kg	0.08	1.0	—
Mano de obra para siembra	5.7 días/hombre	1.15	6.6	—
Siembra de híbridos, alta densidad	17 kg	1.30	—	22.1
Mano de obra para siembra	8.6 días/hombre	1.15	—	9.9
Mano de obra para deshierbe manual 17 días/hombre	1.15	19.6	—	—
Herbicida	2.8 l	1.90	—	5.3
Mano de obra para aplicar herbicida	2.5 días/hombre	1.15	—	2.9
Fertilizante nitrogenado	100 kg N	0.31	—	31.0
Fertilizante fosforado	40 kg P ₂ O ₅	0.46	—	18.4
Mano de obra para dos aplicaciones de fertilizante	17 días/hombre	1.15	—	19.6
Costos totales que varían			27.2	109.2
Rendimiento maíz, práctica del agricultor ⁶	1.5 Mg	80	120	—
Rendimiento de maíz, práctica mejorada*	4.4 Mg	80	—	352
Beneficios Netos			92.8	242.8

Una segunda manera de cumplir con el requisito mínimo S* es aumentar la producción total de R mediante cambios en la productividad del sistema. Esto mueve la curva de transformación hacia arriba, a R₁R₁ (Figura 4). Si las circunstancias de los agricultores permanecen constantes, los agricultores se moverán hacia el punto D, donde hay residuos del cultivo suficientes para satisfacer los requerimientos de forraje y mantillo para lograr una conservación efectiva del suelo.

La Figura 4 puede explicar parcialmente por qué la adopción del cultivo de conservación se localizó en Guaymango, mientras que en las áreas cercanas de Opico y Textistepeque (Figura 1) únicamente se adoptaron los componentes de productividad. Textistepeque y Guaymango comparten el mismo sistema de cultivo de maíz - sorgo, mientras que en Opico predomina el sistema de maíz - frijol (Tabla 9). Entre las tres de áreas no existen diferencias importantes con respecto al tipo de germoplasma de maíz sembrado. La Tabla 10 muestra una comparación de la productividad del sistema en términos de grano y de producción de rastrojo. También muestra la disponibilidad de residuos del cultivo

⁶ Rendimientos promedios en la Región Occidental, El Salvador, 1970-75. Fuente: MAG, Estadísticas de Economía Agropecuaria, 1969-1980 (16).

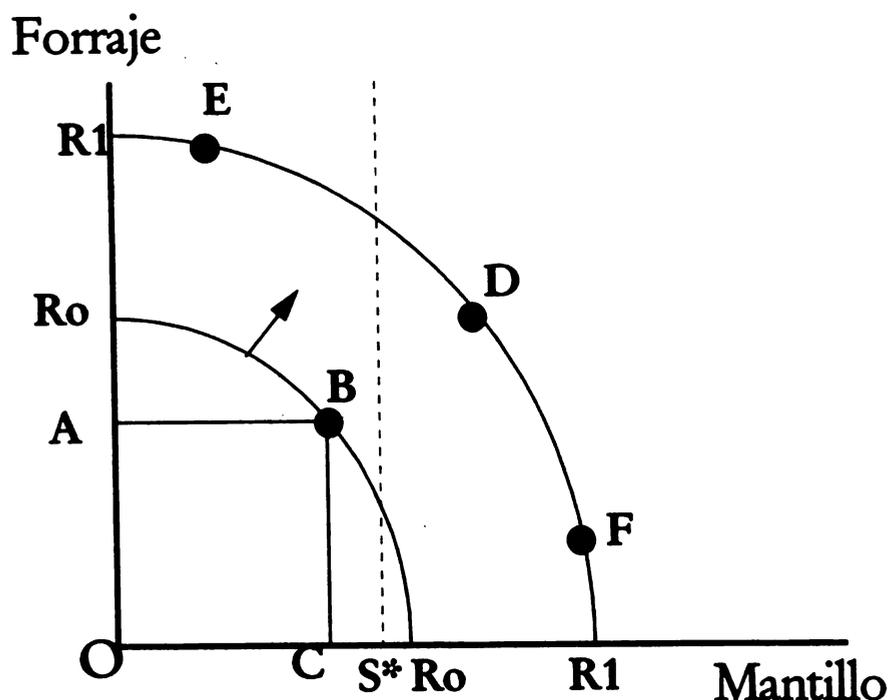


Figura 4. Productividad del sistema y distribución de residuos del cultivo entre dos usos alternativos.

a principios, mediados y fines del periodo de pastoreo. Al final de cada ciclo de cosecha, el sistema de maíz - sorgo en Guaymango y Textistepeque produce alrededor de 10 Mg/ha de residuos del cultivo, mientras que en el sistema de maíz - frijol en Opico sólo están disponibles alrededor de 7 Mg/ha de residuos.

La Figura 5 muestra la cantidad relativa de residuos del cultivo dejados sobre el campo en cada área como un porcentaje de la cantidad inicial disponible al tiempo de cosecha. En promedio, en Guaymango los residuos del cultivo desaparecen a un ritmo menor que en las otras localidades. Al final de la temporada seca, la cantidad de residuos del cultivo que permanecen para el uso como mantillo en Guaymango (entre 6 y 7 Mg/ha) es considerablemente mayor que en las otras dos áreas (aproximadamente 2 Mg/ha). En términos relativos, estos números representan una desaparición de 31% de la cantidad inicial en Guaymango, 65% en Opico y 80% en Textistepeque.

Estos resultados indican que Textistepeque y Guaymango difieren de Opico desde el punto de vista de la cantidad de residuo producido por el sistema de cultivo. Las tres áreas difieren adicionalmente desde el punto de vista de las circunstancias de los agricultores. En Guaymango, los agricultores valoran el uso de los residuos del cultivo para cubrir el suelo más que los agricultores de Textistepeque, quienes valoran más los residuos del cultivo como forraje que como cobertura del suelo. Como resultado, los agricultores de Guaymango están en un punto tal como F en la Figura 4, mientras que los de Textistepeque se ubican en un punto como E. Los agricultores de Opico, donde ocurre un excesivo pastoreo de los residuos del cultivo a causa del libre acceso del ganado a lotes individuales y donde los sistemas de productividad están a un nivel inferior, están en un punto cercano al eje vertical.

Tabla 9. Características del sistema de cultivo en Opico, Texistepeque y Guaymango, El Salvador, 1992.

Característica	Opico	Texistepeque	Guaymango
Sistema de cultivo	Maíz con frijol en relevo	Maíz con sorgo en relevo	Maíz con sorgo en relevo
Cultivo de maíz	Mayo - Junio	Mayo - Junio	Mayo
Cultivo de frijol	Agosto - Setiembre		
Cultivo de sorgo	Agosto - Setiembre	Junio	
Cosecha de maíz	Diciembre	Diciembre	Noviembre
Cosecha de frijol	Noviembre		
Cosecha de sorgo	Enero	Diciembre	
Principales variedades de maíz	Híbrido (H5)	Híbrido (H%), variedades locale (Santa Rosa, Capulín)	Híbridos (H5, H56, H57)
Principales variedades de frijol/sorgo(Rojo)	Variedades locales (Seda, Sangre de Toro)	Variedades mejoradas (CENTA Texistepeque), variedades locales (Mexicano, Colombiano)	Variedades locales (Panameño, Corona, Fortuna)
Tamaño promedio de la finca	2.4	13.9	8.0
Periodo de pastura (semanas)	10.4	9.8	9.8
Cabezas de ganado/tierra agrícola	1.23	2.93	2.41
Cabezas de ganado/pastura	1.54	2.19	0.97
Presión de pastura (cabezas de ganado/tierra agrícola y pastura)	0.69	1.26	0.69

Fuente: Encuestas informales, y Choto y Sain (1993).

Como consecuencia del aumento en la productividad a corto plazo y del cambio a largo plazo en las circunstancias de los agricultores, la probabilidad que la cantidad de residuo disponible usada como cobertura de suelo sea mayor que el requisito mínimo S^* , es mayor en Guaymango que en las otras dos áreas. Las dos principales circunstancias del sistema que explican esta diferencia son: la importancia del ganado en el sistema de cultivo y el grado de desarrollo del mercado de forraje.

El número de ganado y duración del periodo de pastoreo. Los resultados de las encuestas informales y las estadísticas oficiales indican que la presión del pastoreo es más alta en Texistepeque que en Guaymango y Opico (Tabla 9). Manteniendo las demás cosas constantes, una mayor presión de pastoreo estimularía un aumento en la demanda por rastrojo para forraje en la temporada seca y por lo tanto precios más altos para el rastrojo, lo que a la vez inducirían a los agricultores a dejar menos residuos del cultivo para cobertura del suelo.

Desarrollo del mercado y el precio de los residuos del cultivo. Los resultados de las encuestas informales indican que Texistepeque es la única área con un moderado desarrollo del mercado de rastrojo. Una buena parte de los campos en Texistepeque están alambrados, permitiendo a los agricultores excluir el ganado de propietarios que no pagan derechos de pastoreo. Los agricultores en el área no solamente comercian los derechos

de pastoreo en el mercado sino que también venden rastrojo procesado. Los precios de mercado en 1992-1993 fluctuaron alrededor de US\$ 2.2/Mg. En el otro extremo está Opico, donde el pastoreo libre está permitido, prácticamente el mercado de rastrojo es inexistente y es común observar campos sujetos a un pastoreo excesivo. Guaymango es un caso intermedio donde existe un incipiente mercado de rastrojo.

Tabla 10. Promedio de rendimiento de granos y disponibilidad de rastrojo durante la temporada seca en Guaymango, Opico y Textistepeque, El Salvador, 1991.

Area	Sistema de cultivo	Rendimiento de granos ¹ (Mg/ha)	Cosecha ²	Residuo dejado como mantillo, por meses (Mg/ha)		
				Muestra de campo: ³		
				1 ^a	2 ^a	3 ^a
Guaymango	Maíz-sorgo (relevo)	2.9 (maíz)	Dic-ene	Feb	Mar	May
		3.3 (sorgo)	9.7	8.5 (n=15)	7.9 (n=15)	6.7 (n=15)
Textistepeque	Maíz-sorgo (relevo)	3.8 (maíz)	Dic-ene	Ene	Mar	Abr
		3.4 (sorgo)	10.9	5.34 (n=6)	4.64 (n=6)	2.2 (n=6)
Opico	Maíz-frijol (relevo)	4.3 (maíz)	Dic-ene	Ene	Mar	Abr
		1.2 (frijol)	6.9	6.2 (n=6)	4.6 (n=6)	2.4 (n=6)

1 Rendimiento experimental reportado por Sosa (1992).

2 Estimado mediante los siguientes índices de cosecha: maíz, 0.45; sorgo, 0.35; y frijol, 0.5.

3 Los números en paréntesis indican los números de observaciones de campo.

4 La gran diferencia con la cantidad calculada por el método del índice de cosecha se debe al hecho que en esta área los tallos de maíz todavía están erectos en febrero y marzo. Las medidas de campo en estas fechas no tienen en consideración este componente. Sin embargo, se lo considera en la última medición (abril).

Los acuerdos informales en cada área regulan la forma en que se operan los derechos de pastoreo. De interés especial para este estudio es la regulación de la cantidad de residuos del cultivo que el usuario debe dejar en el campo al final del periodo de pastoreo. Los agricultores de Guaymango que alquilan la tierra para pastar estipulan que alrededor de 50% del residuos del cultivo debe permanecer sobre la tierra al final del periodo de pastoreo. Este valor disminuye a 30% en Opico y 20% en Textistepeque (Choto y Sain 1993). Nótese que estos valores coinciden con los valores encontrados en las observaciones de campo. Esto indicaría que estas regulaciones, aunque informales, tienden a ser observadas por los agricultores.

Se necesita investigación adicional sobre cómo los cambios en los precios relativos afectan el número de ganado y consecuentemente la cantidad de residuo dejado al final del periodo de pastoreo. Alternativamente, más investigación y extensión sobre fuentes mejoradas de alimentación animal durante el periodo seco podrían ayudar a aliviar la presión sobre los residuos del cultivo.

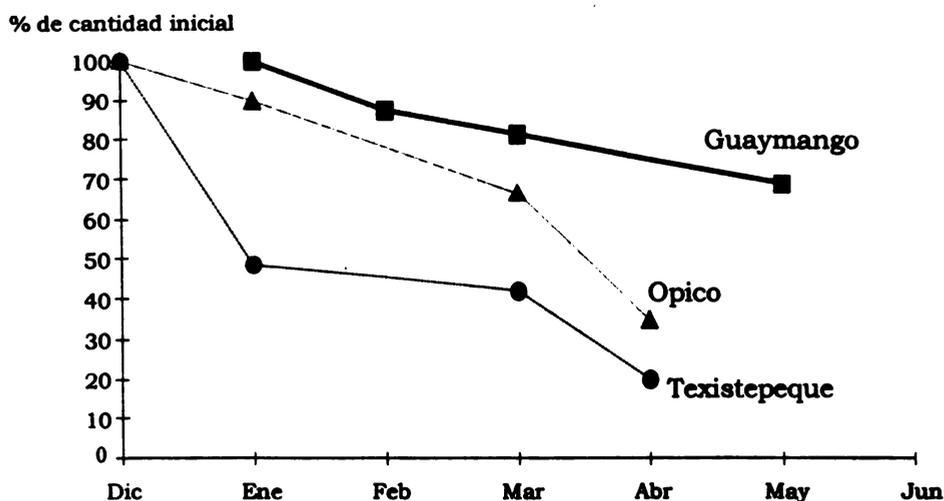


Figura 5. Cantidades relativas de residuos del cultivo que permanecen en fechas diferentes después de la cosecha en tres áreas de El Salvador, 1992.

4. Lecciones para la Investigación, Transferencia de Tecnología y Política

La adopción de tecnologías de conservación - productividad en Guaymango pueden ser vistas como un proceso de tres etapas. Cada etapa se describe a continuación, con la hipótesis (en *cursiva*) correspondiente a por qué se adoptó el componente de conservación exitosamente en esta área específica.

Etapas 1: Desarrollar una recomendación combinando productividad y conservación. *El componente de conservación fue ampliamente aceptado por los agricultores en el área porque fue integrado en una única recomendación con uno o más componentes de productividad. En combinación, estos componentes formaron una "recomendación de productividad y conservación". Los componentes de productividad aumentaron la productividad de la tierra y fueron rentables para la mayoría de los agricultores en el corto plazo.*

Si la experiencia obtenida en Guaymango va a ser útil para agricultores en otra parte, debe idearse una estrategia de transferencia de tecnología cuidadosamente integrada para explotar las relaciones sinérgicas potenciales entre las metas de conservación y productividad. La adopción generalizada del cultivo de conservación resultó de la amalgama de los componentes de conservación con un conjunto rentable de alternativas tecnológicas que aumentan la productividad y que condujeron a beneficios visibles en el corto plazo.

Etapas 2: Vincular los componentes de conservación y productividad. *Los componentes de conservación se unieron a los componentes de productividad mediante nexos institucionales para que los agricultores no pudieran distinguir entre los efectos a corto y largo plazo de los diferentes componentes. La meta de estos enlaces es impedir que los agricultores dividan el paquete en componentes individuales y proveer los incentivos para el uso de los componentes de conservación.*

Los incentivos institucionales y económicos se necesitaron a principios del proceso para vincular la productividad con la conservación y asegurar la adopción del componente de conservación a corto plazo. Esto requirió la acción coordinada entre instituciones de investigación, extensión y crédito. La presencia de un sistema de extensión estrechamente vinculado con la provisión de crédito y el trabajo con grupos de agricultores, en vez de agricultores individuales, para difundir información y crédito, fueron fundamentales para el éxito del PPTGB en Guaymango.

Etapa 3: Restringir la duración de los incentivos y desincentivos. *Si se cumplen los requerimientos técnicos claves para la adopción, los incentivos institucionales pueden eventualmente removerse. Los prerequisites técnicos para el éxito a largo plazo de la recomendación de productividad y conservación son: 1) la recomendación completa debe ser compatible con el sistema de cultivo; 2) el componente de conservación debe ser efectivo en disminuir la degradación de los recursos; y 3) el componente de conservación debe ser rentable en el mediano o largo plazo.*

Para asegurar la compatibilidad del sistema (y por lo tanto la adopción continua) en el mediano y largo plazo, y eventualmente hacer innecesarios los incentivos formales, debe lograrse concurrentemente un aumento en la productividad del sistema y la conservación efectiva de los recursos. El fracaso para cumplir estos requerimientos podría revertir la adopción de la práctica de conservación a través del tiempo. Fujisaka y Cenas presentaron evidencia de que en Filipinas a medida que los agricultores encontraban que la tecnología de conservación no reunía sus requerimientos de productividad procedían a la desadopción de cercas vivas sembradas en curvas de nivel (Fujisaka y Cenas 1993).

Para asegurar una adopción continua, el componente de conservación debe ser rentable para el agricultor a largo plazo. Esto transmite también un argumento implícito para expandir el horizonte de planificación de los agricultores de manera que permita incorporar el valor de conservación del suelo en sus funciones de utilidad. Estos dos requerimientos técnicos deben cumplirse si los agricultores van a continuar con el componente de conservación después que el sistema de incentivos y desincentivos se desmantele.

5. Conclusiones

La adopción de la labranza conservacionista en Guaymango tuvo lugar a causa de una confluencia de factores técnicos, institucionales y económicos. Por lo tanto, intentos simplificados de transferir la labranza conservacionista por sí misma a otras áreas pueden fracasar a causa de factores técnicos (por ejemplo, insuficientes residuos del cultivo a causa de la baja productividad del sistema) o razones económicas (por ejemplo, alto valor de residuo utilizado como forraje). Un factor técnico crítico, frecuentemente descuidado, en la adopción exitosa de la labranza de conservación del suelo, es el requerimiento que la labranza cero y el manejo de los residuos deben ir juntos (Lal 1984). En el caso de Guaymango, tanto la labranza cero como el manejo mejorado del residuo constituyeron los elementos básicos del componente de conservación dentro de la recomendación integrada. Otro aspecto del caso de Guaymango que debe tomarse en cuenta es que la tenencia de la tierra no fue un factor que influyó sobre la adopción de las prácticas de conservación. En el momento que la mayor parte de la adopción tuvo lugar, únicamente 12% de los agricultores eran dueños de la tierra.

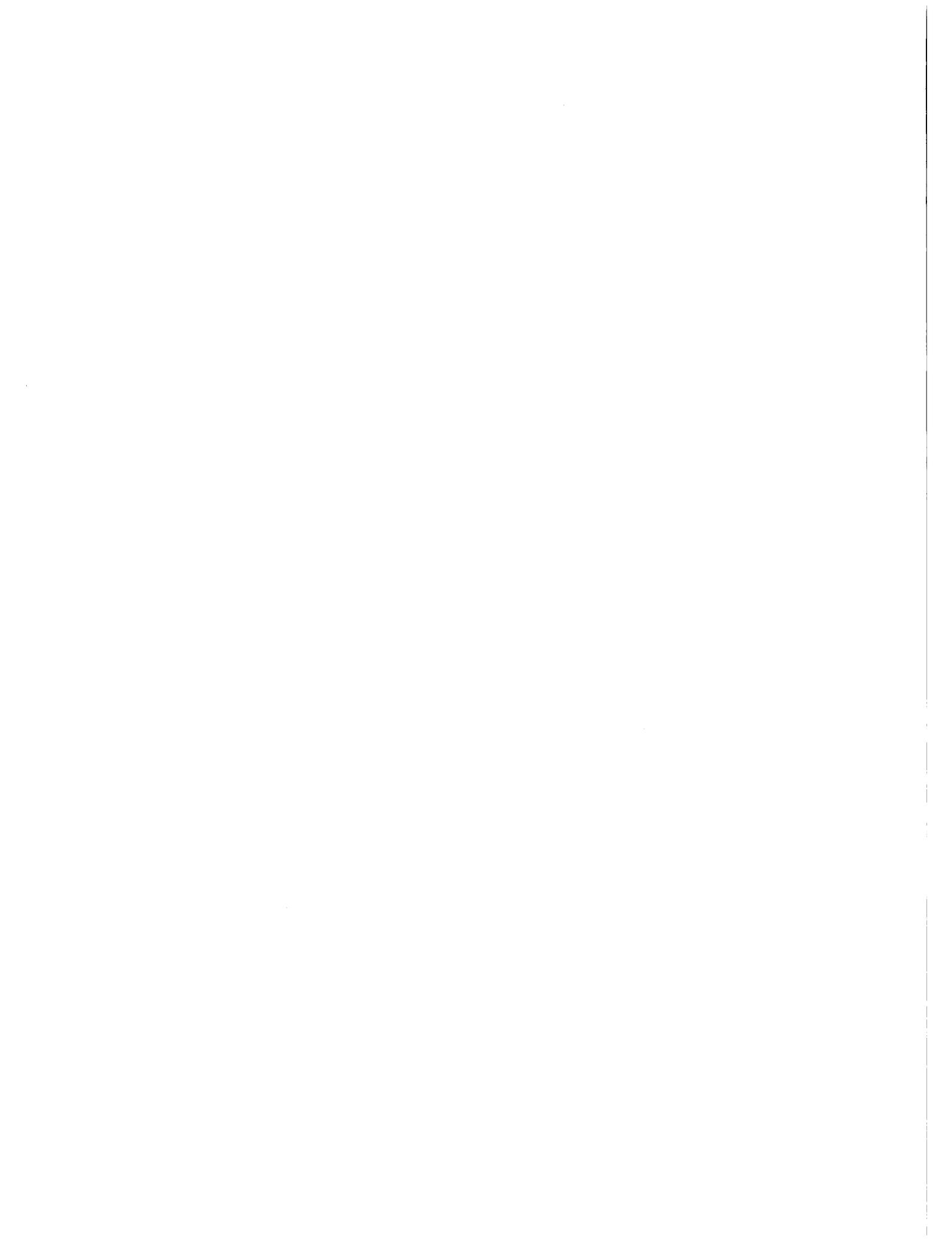
Varios asuntos son cruciales para planificar la futura investigación y transferencia de tecnología en el manejo de recursos naturales. La investigación agrícola convencional es importante para desarrollar alternativas tecnológicas viables que aumenten la productividad, mejoren el recurso, y sean compatibles con los sistemas de cultivo de los agricultores. Existe también la necesidad de conducir campañas efectivas de extensión para incorporar el valor de la conservación del suelo en el horizonte de planificación de los agricultores. Con respecto a esto, el papel de las organizaciones del sector privado y no gubernamental probablemente llegue a ser cada vez más importante.

Finalmente, medidas de políticas que aumenten el horizonte de planificación de los agricultores contribuirán también al reconocimiento del valor del suelo por parte de los agricultores y su apreciación de las tecnologías de conservación. Cualquier sistema de incentivos y desincentivos debería diseñarse con una clara idea del tiempo que deben permanecer vigentes. La adopción generalizada de la práctica de conservación en Guaymango claramente indica que las metas de conservación y productividad no son necesariamente antagónicas; más bien indica la necesidad de identificar las condiciones bajo las cuales ambos componentes pueden vincularse exitosamente para lograr un sistema de cultivo continuamente productivo.

Bibliografía

- Anderson, J. y J. Thampapillai. 1990. Soil Conservation in Developing Countries: Project and Policy Intervention. Policy and Research Series 8. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- Byerlee, D. y E. Hesse de Polanco. 1986. Farmers' stepwise adoption of technological packages: Evidence from the Mexican Altiplano. *American Journal of Agricultural Economics* 68(3):519-527.
- Calderón, F. 1973. Programa de extensión agropecuario del Municipio de Guaymango. San Andrés, El Salvador: Centro de Tecnología Agrícola (CENTA). Mimeo.
- Calderón, F., H. Sosa, V. Mendoza, G. Sain y H. Barreto. 1991. Adopción y difusión de la labranza de conservación en Guaymango, El Salvador: Aspectos institucionales y reflexiones técnicas. En: *Agricultura Sostenible en las Laderas Centroamericanas: Oportunidades de Colaboración Interinstitucional*. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Pp. 189-210.
- Choto, C. y G. Sain. 1993. Análisis del mercado de rastrojo y sus implicaciones para la adopción de la labranza de conservación en El Salvador. En: *Programa Regional de Maíz: Síntesis de Resultados Experimentales 1992*. Ciudad de Guatemala, Guatemala: CIMMYT, Programa Regional de Maíz para Centroamérica y el Caribe.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F., México: CIMMYT.
- Crosson, P. 1981. Conservation Tillage and Conventional Tillage: A Comparative Assessment. Ankeny, Iowa: Soil Conservation Society of America.
- Cutié T., J. 1975. Diffusion of hybrid corn technology: The case of El Salvador. México D.F., México: CIMMYT. Mimeo. 24pp. [Versión resumida del CIMMYT].
- Epplin, F. M. y T. F. Tice. 1986. Influence of crop and farm size on adoption of conservation tillage. *Journal of Soil and Water Conservation* 41:424-427.
- Ervin, C. y D. Ervin. 1982. Factors influencing the use of soil conservation practices: Hypotheses, evidence, and policy implications. *Land Economics* 58:277-292.
- Fujisaka, S. y P. A. Cenas. 1993. Contour hedgerow technology in the Philippines: Not yet sustainable. *Indigenous Knowledge and Development Monitor* 1:14-16.

- García, M. , M. H. Minervini y M. E. Menéndez. 1966. Levantamiento general de suelos de la República de El Salvador. Cuadrante 2357 III. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- Lal, R. 1984. Soil erosion from tropical arable lands and its control. *Advances in Agronomy* 37:183-248.
- Lee, L. y W. Stewart. 1983. Land ownership and the adoption of minimum tillage. *American Journal of Agricultural Economics* 65(2): 256-264.
- Lockeretz, W. 1990. What have we learned about who conserves soil? *Journal of Soil and Water Conservation* 45:517-523.
- MAG. Estadísticas de Economía Agropecuaria [Anuarios 1969-1980]. San Salvador, El Salvador: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Dirección de General de Economía Agropecuaria, División de Estadísticas Agropecuarias.
- McReynolds, S. A., T. Johnston y C. E. Geisler. 1993. Factors affecting land use and soil management practices in El Salvador. En: E. Lutz, S. Pagiola y C. Reiche (eds.), *Economic and Institutional Analyses of Soil Conservation Projects in Central America and the Caribbean*. World Bank Environment Paper Number 8. Washington, D. C.: Banco Mundial.
- Mendoza, V., H. Sosa, A. G. Alvarado, F. Calderón, H. J. Barreto y W. R. Raun. 1991. Experiencias con labranza de conservación en ladera, sistemas maíz-sorgo y maíz-frijol, El Salvador, 1990. San Andrés, El Salvador: Centro de Tecnología Agrícola (CENTA). Mimeo. 20 pp.
- Nagy, J. G. , J. H. Sanders y H. W. Ohm. 1988. Cereal technology interventions for the West African semi-arid tropics. *Agricultural Economics* 2: 197-208.
- Napier, T. L. 1991. Factors affecting acceptance and continued use of soil conservation practices in developing societies: A diffusion perspective. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 36: 127-140.
- Pachico, D. y E. Borbón. 1987. Technical change in traditional small farm agriculture: The case of beans in Costa Rica. *Agricultural Administration and Extension* 26:65-74.
- Rahm, M. y W. Huffman. 1984. The adoption of reduced tillage: The role of human capital and other variables. *American Journal of Agricultural Economics* 66(4): 405-413.
- Rodríguez, F. , C. W. Valdez y E. N. Ascencio. 1985. Evaluación de niveles de nitrógeno y fósforo (P₂O₅) en el sistema maíz-sorgo en el área de Guaymango. mimeo. 19 pp.
- Saliba, 1983. Saliba, B. C. 1983. An economic analysis of the relationship between soil conservation behaviour and farmland characteristics. Tesis de Ph.D. Madison, Wisconsin: Universidad de Wisconsin, Departamento de Economía Agrícola.
- Sosa, H. 1992. Efecto de la cantidad de mantillo en el rendimiento de los sistemas maíz-sorgo y maíz-frijol bajo labranza cero en El Salvador. En: Programa Regional de Maíz: Síntesis de Resultados Experimentales 1993. Ciudad de Guatemala, Guatemala: CIMMYT, Programa Regional de Maíz para Centroamérica y el Caribe.
- Soza, R. F. y E. R. Moscardi. 1977. Avances de resultados y observaciones metodológicas del Programa de Producción de Maíz de Centroamérica y el Caribe. Documento presentado en la 23ª Reunión Anual del PCCMCA, Ciudad de Panamá, Panamá.
- Thampapillai, D. J. y J. Anderson. 1991. Soil conservation in developing countries: A review of causes and remedies. *Quarterly Journal of International Agriculture* 30(3):210-223.
- Walker, T. S. 1980. Decision making by farmers and by the National Agricultural Research Program on the adoption and development of maize varieties in El Salvador. Tesis de Ph.D. Stanford, California: University of Stanford, Food Research Institute.



**LEGUMINOSAS
E INVESTIGACION
EN FINCAS**

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA ADOPCION DEL SISTEMA DE ABONERA EN LA COSTA ATLANTICA DE HONDURAS¹

Daniel Buckles y Gustavo Sain

1. Sistemas de cultivo de maíz en la Costa Atlántica de Honduras

En el Departamento de Atlántida, Honduras, existen dos temporadas de cultivo de maíz: la primera temporada, localmente llamada primera (también referida como el ciclo de "verano") y la segunda temporada o postrera (también referida como ciclo de "invierno"). Estos ciclos se adaptan al régimen de precipitación del área. En el primer ciclo, que coincide con la estación lluviosa, el maíz se siembra en junio-julio y se cosecha en setiembre-octubre. En el segundo ciclo, el maíz se siembra en diciembre-enero y se cosecha en abril-mayo.

Dentro de estos dos ciclos de producción de maíz existen dos sistemas o patrones de producción:

- 1 El sistema "tradicional". Este es el sistema tradicional de cultivo de relevo, donde el agricultor siembra maíz en una parcela individual de tierra en la primera temporada y nuevamente en el ciclo de postrera. El maíz de primera se cultiva nuevamente en el ciclo siguiente. Después de esto, la parcela puede sembrarse nuevamente con maíz de segunda y dejarse en barbecho, o dejarse en barbecho después del maíz de primera temporada. El período de barbecho en la región dura alrededor de cuatro años. Durante este período, el agricultor cultiva otras parcelas de maíz, sean en su propia tierra, tierra alquilada o en una finca de propiedad pública.
- 2 El sistema de "abonera". Al comienzo de la segunda temporada, los agricultores siembran maíz en una parcela de tierra. Unos 40-55 días después de sembrar el maíz, los agricultores siembran mucuna entre las plantas de maíz. El maíz se cosecha entre marzo y abril y la mucuna permanece en la parcela hasta la siguiente postrera de cultivo de maíz. Antes de cultivar la segunda de maíz, los agricultores rozan la mucuna, para formar un rastrojo en el que el maíz se siembra directamente. Aunque el sistema de abonera puede mantenerse por varios años, la vida promedio del sistema en el área de estudio es de 6 años.

1 Traducción ligeramente modificada del capítulo 7 del libro de Buckles *et al.* 1998. Los autores desean agradecer la asistencia de Kenneth Mullen y Paul Heisey en la estimación del modelo logit. No obstante, los errores en la interpretación son responsabilidad exclusiva de los autores.

Vale comentar aquí que la introducción de la leguminosa en el sistema de cultivo para formar la abonera no es un cambio en la manera de cultivar maíz, sino más bien es un cambio en el sistema de cultivo con implicaciones importantes para la distribución de la mano de obra y de la tierra dentro del hogar. Además, los agricultores consideran la abonera como una manera de producir maíz de segunda, pero también como una inversión para restaurar la fertilidad de la tierra. Los agricultores en el área llaman a la mucuna como "frijol de abono" y frecuentemente se dice que la abonera hace que una tierra "cobarde" se vuelva "valiente" nuevamente, en una clara referencia a la propiedad de la abonera para restaurar la fertilidad del suelo.

El cambio del sistema tradicional al sistema de abonera es una inversión rentable para el agricultor cuando es evaluada según el criterio de costos-beneficios. Después del primer año de implementación, el sistema de abonera llega a ser rentable debido principalmente a las importantes ganancias en los rendimientos de maíz de postrera. Debido a la marcada estacionalización del abastecimiento de maíz en Honduras, los precios de maíz son más altos para la cosecha de postrera que aquellos obtenidos en la primera. Este hecho refuerza los beneficios obtenidos por los aumentos en la productividad, pero la abonera no solamente aumenta los beneficios esperados, sino también reduce considerablemente el riesgo al que los agricultores se enfrentan cuando cultivan maíz de segunda (Buckles et al 1998; Sain y Buckles 1998).

2. Hipótesis Acerca de la Adopción

Los datos de una encuesta en fincas realizada en 1992 indicaron que alrededor de dos terceras partes de los agricultores de las laderas del norte de Honduras usan el sistema de abonera para cultivar maíz de postrera. Si bien este grado de adopción es considerable, también significa que una tercera parte de los agricultores no usan ese sistema.

Las diferencias entre los dos grupos pueden ser analizadas a la luz de las características del sistema de abonera que generan costos y beneficios. Las probabilidades de la adopción tienden a disminuir con las características que en el sistema de abonera aumentan los costos a nivel de las fincas, mientras que se puede esperar que las características que incrementan los beneficios aumenten las probabilidades de adopción. Este análisis supone, conforme a la economía tradicional, que la toma de decisiones por los agricultores se basa principalmente en su objetivo de aumentar al máximo las utilidades a nivel de las fincas (Anderson et al. 1977). No obstante, en contraste con los estudios de la adopción que hacen hincapié en las características individuales de los agricultores en un determinado momento, nuestro análisis examina la función de efectos más amplios del mercado y de los cambios que se producen en los patrones de uso de la tierra y en las modalidades de tenencia de ésta durante el proceso de adopción de la tecnología. Reconocemos que un criterio de decisión puede ser importante para algunos agricultores pero no para otros y que las interacciones entre los factores pueden influir en el comportamiento de los agricultores en formas no previstas.

A continuación describimos siete hipótesis acerca de las características del sistema de abonera que probablemente influyan en la adopción y en la sección siguiente usaremos los datos de la encuesta para poner a prueba estas hipótesis.

Hipótesis 1. Hay más probabilidades de que los propietarios de tierras adopten el sistema de abonera, en comparación con los arrendatarios. Los agricultores que adoptan el sistema necesitan un horizonte de planificación de dos años para concretar los rendimientos económicos de la inversión. El frijol terciopelo como cultivo de relevo del maíz de postrera no proporciona beneficios económicos directos hasta el siguiente ciclo de postrera. A causa de esta demora, se puede esperar que la seguridad del acceso a las mejoras del campo influya en las posibilidades de los agricultores de beneficiarse al adoptar el sistema de abonera y, por consiguiente, en su disposición a invertir en él. La propiedad de la tierra garantiza el acceso seguro a la tierra y es probable que un arreglo de tenencia de la tierra también aumente las probabilidades de la adopción. En contraste, los arreglos de arrendamiento de tierras en el norte de Honduras no son seguros. Normalmente se alquila la tierra por un ciclo y no hay seguridad del acceso al mismo campo en los ciclos posteriores. Los arrendatarios que consideran el empleo del sistema de abonera afrontan entonces el riesgo de perder su inversión. Esto puede reducir las probabilidades de que adopten la tecnología.

Hipótesis 2. Es más probable que los agricultores que tienen muchas tierras adopten el sistema de abonera, en comparación con los que poseen poca tierra. La tierra dedicada al sistema de abonera no puede ser usada para cultivar maíz de primera u otros cultivos anuales importantes para los agricultores de las laderas del norte de Honduras. Virtualmente todos los agricultores de las laderas cultivan maíz en ambos ciclos y muchos de ellos también siembran frijoles, arroz y otros cultivos. La decisión de establecer una abonera en tierras que son propiedad de la familia impone entonces un costo de oportunidad equivalente al valor de los cultivos alternativos que podrían haberse producido en la misma tierra. El costo de oportunidad del sistema de abonera disminuirá a medida que aumenten los recursos de tierra con que cuentan los agricultores. Los agricultores con más tierras pueden asignar parte de ellas al sistema de abonera y seguir produciendo otros cultivos en el resto. En consecuencia, el costo de oportunidad asociado con el sistema de abonera es más bajo para los agricultores que poseen muchas tierras.

Hipótesis 3. Se puede esperar que las actividades pecuarias influyan en la adopción del sistema de abonera por los agricultores. La tierra dedicada a este sistema compete no sólo con los cultivos anuales sino también con actividades ganaderas más rentables. La demanda de pastizales ha aumentado en forma espectacular en los últimos decenios a medida que la ganadería se expande en toda la región, aumentando la presión sobre la superficie disponible para la producción de cultivos. Este amplio cambio en los patrones de uso de la tierra influirá en la adopción del sistema de abonera por dos razones: dada la fuerte demanda regional de pastizales, el costo de oportunidad de establecer una abonera en lugar de un potrero es incluso más alto que el costo de oportunidad de no sembrar cultivos anuales; y el sistema de abonera entra en conflicto con las prácticas de manejo de los potreros comunes en las laderas del norte de Honduras. Como se señala en otros trabajos, los pastizales a menudo son manejados en prolongadas rotaciones secuenciales con el descanso arbustivo y cultivos anuales, una estrategia flexible y discontinua de uso de la tierra, incompatible con las relativamente permanentes aboneras (Buckles et al. 1998). La tierra manejada en una rotación secuencial puede ser convertida en pastizal o usada para diversos cultivos anuales con más facilidad que la tierra manejada como una abonera establecida. Por estas razones, los costos de adoptar el sistema de abonera son más altos para los agricultores que se dedican a la producción de pastizales y ganado.

Hipótesis 4. Es más probable que los agricultores de las laderas con campos de maíz en pendientes empinadas adopten el sistema de abonera, en comparación con los

agricultores con campos de maíz más planos. Un análisis de las características agroecológicas del sistema de abonera, revela que este sistema disminuye el riesgo para el rendimiento durante el ciclo de postrera, más seco, porque el mantillo de frijol terciopelo ayuda a conservar la humedad del suelo (Buckles et al. 1998). Esto indica que el beneficio de la conservación de la tierra es mayor en los terrenos más empinados, donde la profundidad y la capacidad de retener la humedad del suelo son inherentemente menores que en los terrenos relativamente planos.

Hipótesis 5. Se puede esperar que las restricciones en cuanto a disponibilidad de la mano de obra influyan en la decisión de los agricultores de adoptar el sistema de abonera. Este sistema es una tecnología que ahorra trabajo. El sistema, al reducir los costos de preparación de la tierra y de desyerba, proporciona utilidades más altas por unidad de mano de obra en la postrera (Sain y Buckles 1998). Los beneficios de una mayor productividad de la mano de obra pueden ser particularmente importantes para las familias con restricciones en cuanto a mano de obra.

Hipótesis 6. La menor necesidad de fertilizantes químicos (principalmente N) en el sistema de abonera puede influir en el comportamiento de adopción de los agricultores con un acceso limitado a fuentes comerciales de N. Por lo general los agricultores usan poco o ningún fertilizante comercial en el maíz de postrera sembrado en una parcela de abonera. La adopción del sistema de abonera ofrece a los agricultores una oportunidad de reducir los costos de las estrategias de uso intensivo de la tierra.

Hipótesis 7. Es más probable que los agricultores orientados hacia el mercado adopten el sistema de abonera, en comparación con los agricultores de autoconsumo. La rentabilidad del sistema de abonera también está sujeta a los cambios estacionales de los precios del maíz en el norte de Honduras. Esos precios aumentan durante la postrera y caen bruscamente cuando se cosecha el maíz de primera (Sain y Buckles 1998). Con el sistema de abonera, se puede cosechar maíz cuando los precios del cereal son más altos. En consecuencia, los agricultores orientados hacia el mercado dan a este beneficio adicional una importancia mayor que la que tiene para los agricultores de autoconsumo.

Los costos de adquirir la semilla de frijol terciopelo y el conocimiento de sus usos pueden haber sido altos durante las primeras etapas de la difusión del sistema de abonera en el norte de Honduras; los factores que influyen en este costo de transacción, como las características del agricultor (lugar de origen, edad, educación, etc.), también pueden haber sido importantes hace 20 años. No obstante, en la actualidad está muy difundido el conocimiento de la tecnología y la semilla es fácilmente asequible en toda la región. Por consiguiente, los costos para los agricultores de tener acceso a la información y la semilla necesarias para adoptar la tecnología sin duda son muy bajos y tienen poca importancia para explicar la adopción del sistema de abonera por parte de los agricultores del norte de Honduras. Las versiones del modelo de adopción que incluyeron las características de los agricultores y otras pruebas estadísticas de sus relaciones con la adopción no revelaron asociaciones significativas. En consecuencia, las características de los agricultores y otros factores representativos del costo de transacción no se incluyen en nuestro modelo de la adopción (que se presenta a continuación), si bien los costos de transacción pueden ser importantes en zonas donde es bastante reciente el empleo de la tecnología. Por consiguiente, en ciertas zonas se podría considerar el costo de transacción en un modelo general para examinar los factores que influyen en la adopción del sistema de abonera.

3. Análisis Empírico

Los factores que influyen en la adopción del sistema de abonera antes señalados son complejos y están relacionados entre sí. Para examinar los efectos combinados de estos factores sobre la decisión acerca de la adopción, se definió una variable binaria para la decisión sobre la adopción (ELECCION), la cual toma el valor 1 si el agricultor cultivó por lo menos algo de maíz de postrera en el sistema de abonera durante el ciclo de invierno de 1991-1992, y como 0 si el agricultor no lo hizo; y se usó un modelo logit² de selección cualitativa usando los datos de la encuesta en fincas, que incluyó a 126 productores de maíz. Las variables usadas en el análisis, descritas en la Tabla 1, siguen las hipótesis formuladas antes.

Los resultados de la regresión, presentados en la Tabla 2, indican que los efectos combinados de las variables independientes explican en gran medida el comportamiento en cuanto a la adopción. El análisis de sensibilidad presentado al final de esta sección ayuda a establecer el orden de importancia de cada factor.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de las variables utilizadas en el modelo de adopción.

Nombre de la variable	Descripción	Media (o porcentaje con un valor de 1)	Desviación estándar
Elección	1 si se usa en alguna parcela de maíz 0 si no se usa	76.7	-
Tenencia	1 si posee tierra 0 si no	71.4	-
Tierra cultivable	Tierra cultivable en propiedad, incluyendo descanso pero no pastos (ha)	5.6	8.2
Renta primera	Area arrendada en primera (ha)	0.7	1.2
Renta postrera	Area arrendada en postrera (ha)	0.5	0.9
Pastura	Area en pastos en propiedad (ha)	3.1	8.2
Lnpendiente	Logaritmo de la pendiente en (%) de la parcela de maíz	3.8	0.7
Mano de obra	Suma de la fuerza de trabajo familiar adulta (hombres + mujeres)	2.5	1.2
Fert primera	1 si usa fertilizantes en la primera; 0 si no usa	28.6	-
Ventas postrera	1 si vendió la mitad o más de la producción de la segunda en 1990 0 si no	48.4	-

Fuente: Buckles et al., 1998.

2 Para una descripción técnica del modelo logit se puede consultar un libro especializado, como podrían ser Green 1997.; Maddala 1983; o Train 1990.

Tabla 2. Parámetros estimados y estadísticas relacionadas del modelo de elección

Variable	Coefficiente estimado	Nivel de significancia
Tenencia	1.1128	.08455
Tierra cultivable	.12082	.02822
Renta primera	.85430	.01727
Renta postrera	- .66198	.07999
Pastura	- .11369	.01790
Lpendiente	.85326	.02361
Mano de obra	.18042	.40689
Fert primera	- .37439	.47880
Ventas postrera	1.5125	.00204

Fuente: Buckles et al.. 1998.

4. La Tierra, el Trabajo y los Mercados

Para examinar los efectos de la propiedad de la tierra sobre la decisión acerca de la adopción, se usó una variable binaria que distinguía entre propietarios y arrendatarios. Como se podía esperar, los resultados de la regresión indican que es más probable que los propietarios adopten la tecnología, en comparación con los arrendatarios (hipótesis 1; $P \leq 0.01$). Esta tendencia puede reflejar las mayores posibilidades de que los propietarios concreten los beneficios de la inversión en el sistema de abonera, en comparación con los agricultores que dependen de tierras alquiladas. Inicialmente analizamos el efecto de los costos de oportunidad de la tierra sobre la adopción del sistema de abonera mediante su relación con una variable para el tamaño total de las fincas (incluyendo las tierras poseídas y las alquiladas), suponiendo que los costos de oportunidad de la tierra dedicada al sistema de abonera disminuirían con el tamaño de la finca (hipótesis 2). Sin embargo, los resultados de la regresión no fueron significativos; el tamaño de las fincas no tuvo un efecto evidente sobre el comportamiento en cuanto a la adopción.

Se volvió a estimar el modelo logit introduciendo en este caso variables que distinguían entre la cantidad de tierras de cultivo y potreros poseídos y arrendados, en contraste con la variable agregada tamaño de la finca empleada anteriormente. Se formuló la hipótesis de que los costos de oportunidad del sistema de abonera pueden depender de la cantidad de tierra disponible para los agricultores ya sea en propiedad o en los mercados de arrendamiento. Los mercados de arrendamiento de tierras bien desarrollados y de bajo costo pueden hacer menos costoso para los pequeños propietarios adoptar el sistema de abonera en su propia tierra y alquilar otra para cultivos diferentes. El efecto de los mercados de arrendamiento de tierras sobre los costos de oportunidad de éstas y las subsiguientes decisiones acerca de la adopción será más evidente durante el primer ciclo, cuando la tierra sembrada con frijol terciopelo no está disponible para otros cultivos. Se crearon variables para la tierra arrendada durante el primer ciclo y la alquilada en el segundo ciclo con el fin de analizar este efecto.

Los resultados de esta nueva estimación mostraron que la tenencia de la tierra y los mercados de arrendamiento de tierras afectan la adopción. Una variable para la cantidad

de tierra en descanso y cultivada poseída por la familia (TIERRA CULT) tiene un efecto positivo sobre la probabilidad de adopción ($P \leq 0.05$). Además, la superficie alquilada durante el primer ciclo (ALQ 1), cuando son más altos los costos de oportunidad del sistema de abonera, también tiene un efecto positivo y significativo sobre la adopción ($P \leq 0.05$). La superficie alquilada durante el segundo ciclo (ALQ 2), cuando el sistema de abonera no presenta costos de oportunidad, tiene un efecto negativo sobre la probabilidad de adopción ($P \leq 0.1$). Estos resultados sugieren que la disponibilidad relativa de tierras, ya sea mediante la tenencia o en los mercados de arrendamiento, reduce los costos de oportunidad del sistema de abonera y, por consiguiente, aumenta la probabilidad de adopción. También son evidentes los efectos estacionales de los mercados de arrendamiento de tierras sobre los costos de oportunidad de éstas.

Los efectos de las actividades pecuarias sobre la adopción del sistema de abonera (hipótesis 3) pueden ser analizados mediante su relación con la producción de pastizales. Una variable para la cantidad de potreros poseídos por una familia (PASTIZAL) tiene un efecto negativo sobre la adopción de la abonera ($P \leq 0.05$). (También se puso a prueba en el modelo una variable para la posesión de ganado. Por sí sola, mostró un efecto significativamente negativo sobre la decisión acerca de la adopción, pero se usó en su lugar la variable PASTIZAL porque refleja más directamente el posible conflicto entre las prácticas de manejo de pastizales y el sistema de abonera.) Este resultado apoya la hipótesis de que la competencia entre las prácticas de manejo de los pastizales y el sistema de abonera aumentan los costos de adopción para los agricultores que se dedican a actividades ganaderas o de producción de pastizales. Dada la creciente importancia de la ganadería en la región, la evidente incompatibilidad de estos dos usos de la tierra puede convertirse en un significativo factor limitante de la adopción del sistema de abonera, aspecto que se analiza nuevamente más adelante.

Se incluyó en el análisis una variable para el porcentaje de inclinación del campo más grande de maíz cultivado por cada familia de agricultores (GINCL) con el fin de evaluar los efectos del tipo de tierra sobre los costos y beneficios de la decisión de adopción. Se usó una forma no lineal para el porcentaje de inclinación porque se puede esperar que la preocupación de los agricultores por los derrumbes de tierra en las pendientes muy empinadas sembradas en un sistema de abonera reduzca la probabilidad de adopción en el extremo superior de la distribución. Se encontró un efecto positivo sobre la adopción ($P \leq 0.05$). Como se postuló en la hipótesis 4, es más probable que los agricultores con campos de maíz en pendientes más empinadas adopten el sistema de abonera, posiblemente porque los beneficios potenciales de la tecnología (reducción del riesgo) son mayores en esas condiciones del terreno.

Se analizó el efecto de las restricciones en cuanto a mano de obra familiar sobre la decisión acerca de la adopción mediante su relación con la disponibilidad de mano de obra en la familia (MOBRA), calculada como la suma de mano de obra de los adultos en la familia ($n = \text{hombres} + \text{mujeres}$). Nuestra hipótesis (hipótesis 5) era que los beneficios de ahorro de trabajo del sistema de abonera serían mayores para las familias con menos recursos de mano de obra disponibles para el trabajo en la finca. Sin embargo, el efecto de esta variable sobre la decisión acerca de la adopción no fue significativo y el signo del coeficiente de la variable fue el contrario al previsto. Una posible explicación de este resultado es que las familias con poca mano de obra y con mucha mano de obra tal vez en realidad se beneficien por igual con la adopción del sistema de abonera, ya sea porque se reducen los costos de mano de obra por unidad de tierra o porque se libera mano de obra para invertirla en otras actividades. No obstante, tal vez la variable sencillamente

no sea lo bastante sensible para captar el efecto de variaciones relativamente pequeñas en la disponibilidad de mano de obra dentro de la población de la muestra; es estrecha la desviación estándar de esta variable.

El efecto de las restricciones en cuanto a acceso a fertilizantes comerciales fue, según la hipótesis 6, un factor importante que afectó la adopción del sistema de abonera. Sin embargo, por motivos metodológicos el efecto no pudo ser determinado sobre la base del empleo real de fertilizantes durante el segundo ciclo ya que el sistema de abonera es percibido por los agricultores como un sustituto de bajo costo de los fertilizantes comerciales aplicados en el maíz de postrera. Como se observó anteriormente, los agricultores en general no aplican fertilizante al maíz sembrado en un sistema de abonera porque piensan que no es necesario para lograr rendimientos de maíz razonablemente altos. En consecuencia, el empleo de fertilizantes durante el segundo ciclo estaría enmascarando una relación endógena con la adopción, la variable dependiente.

Para evitar este problema se tomó el empleo de fertilizantes comerciales en el maíz de primera. La aplicación de fertilizantes comerciales al maíz de primera ha aumentado notablemente en el último decenio y ahora se los considera ampliamente un insumo benéfico, pero costoso, para el maíz de primera. Por consiguiente, el empleo de fertilizante comercial en el maíz de primera (FERT 1^a) puede ser considerado un sustituto de las restricciones en cuanto al acceso a este insumo. Sin embargo, cuando se la introdujo en el modelo lógit el coeficiente asociado a esta variable si bien tuvo, como se esperaba, un signo negativo, no resultó estadísticamente significativo a ningún nivel de probabilidad. En consecuencia, con este análisis no se puede llegar a una conclusión acerca de este factor.

El efecto de la orientación hacia el mercado sobre la adopción del sistema de abonera (hipótesis 7) puede ser analizado mediante su relación con las ventas reales de maíz de los agricultores en la postrera. El sistema de abonera es idealmente apto para producir maíz en el segundo ciclo, cuando los precios del maíz alcanzan su valor más alto. Para los agricultores orientados hacia el mercado, los beneficios potenciales de la adopción serán más altos durante este periodo. Para poner a prueba este efecto, se incluyó en el modelo una variable (VENTAS 2) que media la proporción de la cosecha de maíz de postrera del año anterior vendida en el mercado (usamos un valor de 1 si el agricultor vendió la mitad o más de la cosecha, y de 0 si no lo hizo). El signo del coeficiente para esta variable es positivo, como se esperaba, y significativo con una $P \leq 0.01$, lo que indica que la orientación de los agricultores hacia el mercado sí influye en la decisión acerca de la adopción. Este resultado apoya los argumentos presentados antes de que los cambios en las políticas que afectan la estacionalidad de los mercados de maíz podrían tener efectos sobre la adopción del sistema de abonera.

En síntesis, cuatro tipos de factores tienen efectos significativos sobre la adopción del sistema de abonera por los agricultores: la seguridad del acceso a la tierra (hipótesis 1); las influencias en los costos de oportunidad de la tierra, como el tamaño de las fincas, los mercados de arrendamiento de tierras y el manejo de pastizales (hipótesis 2 y 3); las características de la tierra (hipótesis 4) y la orientación de los productores de maíz hacia el mercado (hipótesis 7). Las restricciones en cuanto al acceso a fertilizantes comerciales (hipótesis 5) y los efectos de los recursos de mano de obra (hipótesis 6) no fueron concluyentes. En conjunto, los factores incluidos en el modelo permiten predecir correctamente 80.2% de las observaciones en la muestra, un resultado importante para análisis de esta naturaleza (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados observados y predichos del modelo de adopción estimado.

Observados	Predichos		Total
	No adoptadores	Adoptadores	
No adoptadores	29	16	45
Adoptadores	9	72	81
Total	38	88	126

Fuente: Buckles et al., 1998.

5. Análisis de Sensibilidad

Los factores cuantitativos y cualitativos examinados antes no tienen todos el mismo grado de efecto sobre la decisión acerca de la adopción. La importancia relativa de los factores cualitativos se puede ver al examinar las modificaciones de las probabilidades que resultarían de los cambios en los valores de estas variables. Para clasificar estos factores en orden de importancia, definimos a un "agricultor típico" conforme a los valores más frecuentes de las variables cuantitativas incluidas en el modelo. De ese modo, un agricultor típico es el que posee tierra (71.4%), no aplica fertilizante durante el primer ciclo (71.4%) y vende menos de la mitad de la cosecha de maíz de postrera (51.6%).

La Tabla 4 muestra las probabilidades de adopción de este agricultor típico y el efecto de cambiar los valores de las variables cualitativas. Los resultados concuerdan con las expectativas. La probabilidad de adopción por un agricultor típico evaluada en la media muestral de las variables cuantitativas es de 64%, virtualmente igual al grado real de adopción indicado por los datos de la encuesta. En contraste, los agricultores que son típicos en todos los aspectos excepto porque venden más de la mitad de su cosecha de maíz de postrera tienen probabilidades mucho mayores de adopción (un aumento del 40% en comparación con el agricultor típico). Las probabilidades de adopción entre los agricultores con un perfil típico pero sin propiedad de la tierra disminuye en 42%, una clara indicación de la influencia de este factor en la decisión acerca de la adopción. Por último, las probabilidades de adopción entre los agricultores típicos disminuyen en un 14% si también aplican fertilizantes en el maíz de primera.

Tabla 4. Probabilidades de adopción del sistema de abonera entre tres tipos de agricultores.

	Probabilidad de adopción
Agricultor típico, posee tierra, vende menos de la mitad de la cosecha de maíz, no fertiliza maíz de primera	0.64
Agricultor típico, pero vende más de la mitad del maíz de postrera	0.89
Agricultor típico, pero sin propiedad de la tierra	0.37
Agricultor típico, pero fertiliza maíz de primera	0.55

Fuente: Buckles et al. 1998.

Se requiere un método diferente para medir la sensibilidad de las variables cuantitativas a las modificaciones en sus valores. La importancia relativa de los factores cuantitativos en la decisión acerca de la adopción se puede ver al examinar las elasticidades de las variables, definidas como el cambio porcentual de las probabilidades que resultaría de un cambio porcentual en el valor de estas variables. Se calculan estos valores para un agricultor típico como se describió antes y también para un agricultor típico más orientado hacia el mercado. La Tabla 5 muestra los resultados obtenidos con ambos tipos de agricultores.

En el caso de un agricultor típico, el costo de oportunidad de la tierra, medido por las variables TIERRACULT y ALQ 1º, tiene un efecto considerable sobre la decisión acerca de la adopción. Por ejemplo, un aumento del 10% en la cantidad media de tierra de cultivo poseída incrementa las probabilidades de adopción en casi 2.45%. Del mismo modo, un aumento del 10% de la superficie alquilada durante el primer ciclo incrementa las probabilidades de adopción en 3%. En contraste, el efecto de las variables cuantitativas es mucho menor entre los agricultores orientados hacia el mercado, lo cual indica las grandes probabilidades de adopción ya encontradas entre los agricultores con ese perfil.

Tabla 5. Elasticidades de las probabilidades de adopción para un agricultor típico (cambio porcentual en la probabilidad de adopción relativo a un 10% de aumento en el factor).

	El agricultor típico	
	No orientado hacia el mercado	Orientado hacia el mercado
Tierra cultivable	2.45	0.75
Renta primera	3.09	0.95
Renta postrera	- 1.20	- 0.37
Pastura	- 1.27	- 0.39
Inpendiente	3.09	0.95
Mano de obra	1.63	0.50

Fuente: Buckles *et al.* 1998.

6. La Adopción y las Estrategias de Autoconsumo

El análisis de los factores que influyen en los procesos de adopción presentados ayuda a explicar el patrón de adopción encontrado entre diferentes grupos de agricultores que se pueden identificar en la región (Tabla 6)³. Los datos muestran que las menores probabilidades de adopción del sistema de abonera corresponden a los agricultores de autoconsumo. Esto puede obedecer a que dependen de pequeñas parcelas de tierra alquilada para la producción del maíz. La alta tasa de adopción entre los agricultores en mediana escala puede ser resultado de que están relativamente exentos de restricciones en cuanto a la tierra y se dedican por completo a la producción comercial de maíz. Los agricultores en pequeña escala se encuentran en un punto intermedio entre los otros dos grupos; sufren restricciones en cuanto la tierra pero también tienen alguna tierra propia donde se puede establecer una abonera.

3 Para una descripción detallada de los diferentes tipos de fincas identificados en la región véase Buckles *et al.* 1998.

Tabla 6. Adopción del sistema de abonera por tipo de finca

	Proporción de fincas (%)					Todos los grupos
	Ganaderos	Agricultores diversificados	Agricultores de mediana escala	Agricultores de pequeña escala	Agricultores de subsistencia	
Con abonera	84.2	68.4	76.7	64.3	36.7	64.3
Sin abonera	15.8	31.6	23.3	35.7	63.9	35.7

Fuente: Buckles et al. 1998.

Los agricultores diversificados presentan sólo un grado medio de adopción, a pesar de estar relativamente bien dotados de recursos seguros de tierra. Esto puede obedecer a las demandas que compiten entre sí por la tierra de los integrantes de este grupo. Los agricultores diversificados se esfuerzan por convertirse en ganaderos y pueden tender a hacer hincapié en la producción de pastizales antes que en otros usos de la tierra. En consecuencia, los costos de oportunidad del sistema de abonera pueden ser más altos para este grupo. En contraste, los rancheros establecidos pueden permitirse dedicar unas cuantas hectáreas al sistema de abonera sin que resulte muy afectada su capacidad de obtener pastizales para su ganado. En este grupo, es alta la adopción del sistema de abonera.

7. Discusión y Conclusiones

Los análisis presentados antes indican que la tenencia de la tierra, la distribución de la tierra, los usos de ésta que compiten entre sí y los precios relativos de los productos (el maíz) influyen mucho en la adopción del sistema de abonera por los agricultores. Estos resultados tienen implicaciones para los encargados de formular las políticas y los investigadores que se ocupan del desarrollo de la agricultura en laderas.

En primer lugar, parece claro que la seguridad del acceso a la tierra es una condición fundamental para invertir en tecnologías que aumentan la productividad y conservan los recursos en los entornos de laderas. No obstante, a la luz de varias características distintivas del sistema de tenencia de la tierra en el norte de Honduras hay que establecer ciertas salvedades en esta conclusión general. La propiedad individual de la tierra puede adoptar dos formas en el norte de Honduras: la propiedad mediante un título (dominio pleno) y los derechos de ocupación (dominio útil). Los títulos de propiedad son reconocidos por el estado, que otorga el derecho de usar y transferir la tierra. Los derechos de ocupación también dan derecho a usar y transferir la tierra siempre que se hayan pagado debidamente los impuestos prediales municipales anuales y que el comprador asuma la obligación de continuar pagando esos impuestos. Sin embargo, estos derechos son menos flexibles que la propiedad con título porque los bancos y otras instituciones de préstamo no reconocen los derechos de ocupación como garantía de préstamos agrícolas. Aun así, esto representa una restricción poco importante para la mayoría de los agricultores ya que, de todos modos, los créditos agrícolas son en extremo limitados en toda la región.

Los datos de la encuesta de 1990, donde se distinguía entre el dominio pleno y el dominio útil, indican que los propietarios con título y los ocupantes de tierras están igualmente dispuestos a adoptar el sistema de abonera; las tasas de adopción entre estos dos tipos de propietarios son estadísticamente iguales (Buckles et al. 1991). Este resultado indica que, si bien la tenencia de la tierra es una consideración importante en la decisión acerca de la adopción, tal vez no lo sea la forma de tenencia de la tierra. Una tradición jurídica que reconoce los derechos de los ocupantes a usar las tierras públicas parece acarrear el grado de seguridad necesario para que los agricultores inviertan en el sistema de abonera. Esta experiencia contradice el supuesto común de que los títulos oficiales son la única forma de tenencia de la tierra compatible con el horizonte de planificación a largo plazo requerido para apoyar la adopción de tecnologías con beneficios a largo plazo. Una consecuencia de esto es que las políticas que refuerzan los derechos de los ocupantes podrían ser tan eficaces como los programas de títulos oficiales para proporcionar seguridad de acceso a la tierra y facilitar el empleo de la tecnología de conservación.

En segundo lugar, la carencia de propiedad de la tierra no es una limitación absoluta para el empleo del sistema de abonera por los agricultores. Una tercera parte de los agricultores arrendatarios entrevistados señalaron que por lo menos parte de su maíz se sembraba en una abonera establecida, alquilada a otra persona. Esto es posible porque los mercados de arrendamiento de tierras para aboneras se han desarrollado en toda la región en los últimos años, ya que los agricultores que poseen más tierra de la que pueden cultivar dedican parte de ellas a aboneras para alquilar o para que sean usadas por miembros de la familia. Para los propietarios de tierras, la abonera es una mejora de la tierra que puede concretarse en alquileres más altos; de hecho, los agricultores están dispuestos a pagar un sobreprecio de 60-70% por los derechos de cultivar maíz en tierras con una abonera establecida, una clara indicación del potencial que perciben los agricultores en el campo (Sain y Buckles 1998). Por consiguiente, si bien la propiedad de la tierra es importante, el desarrollo de mercados de arrendamiento de aboneras ha facilitado el empleo de esta tecnología también por los agricultores sin tierra.

No obstante, las decisiones sobre adopción tomadas en esas dos circunstancias son diferentes. Para los propietarios de tierras, la decisión de adoptar el sistema de abonera es relativamente segura y perdurable; pueden esperar concretar beneficios tangibles de la inversión en un período indefinido. Por el contrario, los agricultores arrendatarios deciden si alquilarán una abonera establecida con la expectativa de que el campo será de inmediato más productivo que otras alternativas de menor costo. Su decisión está sujeta a la disponibilidad de aboneras establecidas en mercados inciertos de arrendamiento de tierras, y su empleo del sistema es en potencia discontinuo (su utilización del sistema de abonera puede interrumpirse).

Los mercados de arrendamiento de tierras son importantes para proporcionar acceso a las aboneras no sólo a los arrendatarios sino también a los pequeños propietarios. El análisis del modelo logit demuestra que las diferencias en la cantidad de recursos de tierra disponibles para los agricultores, ya sea mediante la propiedad o a través de los mercados de arrendamiento, modifican los costos de oportunidad del sistema de abonera y, por consiguiente, las probabilidades de adopción. Sumados, la propiedad de la tierra y los mercados de arrendamiento de tierras en el primer ciclo parecen tener un efecto significativo sobre las probabilidades de que los agricultores adopten el sistema de abonera. Una explicación de este resultado es que es más probable que adopten la tecnología los agricultores con fincas más grandes. Los agricultores con fincas más pequeñas

propias probablemente la adoptarán si pueden alquilar tierra para los cultivos de primera que son desplazados por las aboneras. En la Tabla 7 se presentan los datos correspondientes a los grupos de propietarios; estos datos revelan altas tasas de adopción, aun entre los agricultores con muy poca tierra propia. Estos agricultores adoptan la abonera en su propia tierra y arriendan tierras para otros cultivos.

Tabla 7. Adopción del sistema de abonera por tipo de finca en propiedad

	Proporción de fincas (%)					Todos los Grupos de propietarios
	Propietarios de la tierra					
	>10ha	5-10 ha	2-5 ha	1-2 ha	Sin tierra	
Con abonera	86.1	70.8	76.0	55.6	33.3	64.3
Sin abonera	13.9	29.2	24.0	44.4	66.7	35.7

Fuente: Buckles et al. 1998.

Las restricciones en cuanto a tierras, que afectan la adopción del sistema de abonera por parte de los agricultores, son actualmente aminoradas por un mercado bien desarrollado de tierras a bajo costo. Sin embargo, esta situación está sujeta a los cambiantes patrones de uso de la tierra en el norte de Honduras. La producción de pastizales, estimulada por nuevos mercados para los productos lácteos, se expande con rapidez en toda la zona de laderas. La producción de leche y queso es más rentable que los cultivos anuales y entraña menos riesgos. Para los agricultores con recursos suficientes para convertirse en ganaderos, el cambio de cultivos a pastizales puede mejorar sus medios de sustento. Quienes más probablemente se encuentran en esta situación son los agricultores diversificados, cuyas variadas actividades compiten entre sí por el uso de la tierra.

Para muchas de las familias de las laderas, la compra de ganado propio está fuera de su alcance y sólo les queda la opción más limitada de alquilar tierras de otros agricultores para establecer potreros o vender parte de sus tierras para financiar la adquisición de ganado. Los datos cualitativos (Humphries, en prensa; observaciones sobre el terreno de D. Buckles) indican que los ganaderos en gran escala, que residen en comunidades de la costa no incluidas en este estudio, adquieren las tierras más accesibles y de mejor calidad de las laderas para el pastoreo estacional de sus hatos, desplazando a los productores en pequeña escala a tierras más marginales. Esto aumenta la presión sobre los mercados de arrendamiento de tierras y reduce la disponibilidad de tierra para los cultivos de primera, con lo cual se vuelve cada vez más difícil para los agricultores en pequeña escala dedicar tierra al sistema de abonera.

Bibliografía

- Anderson, J.; J. Dillon, y B. Hardaker. 1977. *Agricultural decision analysis*. Iowa State University Press, Ames, IA, USA.
- Buckles, D., J. Salgado, H. Bojorque, H. Antuñez, L. Mejía, H. Nolasco y L. de Ramos. 1991. Resultados de la encuesta exploratoria sobre el uso del frijol de abono (*Stizolobium deeringiarum*) en laderas del Litoral Atlántico de Honduras. En *Análisis de los ensayos regionales de agronomía, 1990. Programa regional de maíz para Centro América y el Caribe (PRM)*. Vol. 2. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Guatemala, Guatemala, pp. 85-93.
- Buckles, D., I. Ponce, G. Sain y G. Medina. 1992. *Tierra cobarde se vuelve valiente: uso y difusión del frijol de abono (Mucuna deeringiana) en las laderas del litoral Atlántico de Honduras*. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México City, México. 28 p.
- Buckles, D., B. Triomphe, y G. Sain. 1998. *Cover crops in hillside agriculture. Farmer innovation with Mucuna*. International Development research Center (IDRC), International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT). Ottawa, Canada, Mexico City, Mexico.
- Green, W. 1997. *Econometric analysis*. Prentice Hall Inc. New Jersey. 3rd. Edition
- Humphries S. In press. *Land use in humid tropical hillsides of Central America: A case study of migrant farmers in the Atlantic litoral area of northern Honduras*. *Economic Development and Cultural Change*.
- Maddala, G. 1983. *Limited dependent and qualitative variables in econometrics*. Cambridge University Press. New York.
- Sain G. y D. Buckles 1998. *An economic analysis of the Abonera maize production system in the Atlantic coast of Honduras*. CIMMYT Economics Working Paper 98-02. CIMMYT, México D.F.
- Train, K. 1990. *Qualitative choice analysis. Theory, econometrics and an application to automobile demand*. The MIT Press, Cambridge Massachusetts, USA.

RESULTADOS DE LA INVESTIGACION EN FINCAS EN SAN ANDRES, PANAMA

Gustavo Sain y Rubén de Gracia

1. Introducción

Durante la década de los años 70 y buena parte de los 80, uno de los objetivos de la política económica del Gobierno de Panamá fue la seguridad alimentaria. Para ello el Gobierno promovió la creación y expansión de mecanismos de apoyo gubernamental al sector agropecuario y entre estos mecanismos una alta prioridad se le dio al sector de generación de tecnologías. Así, fue creado en 1975 el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, IDIAP, con la responsabilidad de "...generar y adaptar nuevas tecnologías a las circunstancias de los agricultores".

La creación del IDIAP como organismo responsable de la generación de tecnologías trajo como inmediata consecuencia la separación institucional de los procesos de investigación, en manos del IDIAP, y de transferencia que quedó en manos del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA). Este hecho llevó a las autoridades del IDIAP a la búsqueda y puesta en práctica de métodos de investigación que involucraran efectivamente a los agentes de extensión y agricultores.

De esta manera el IDIAP adopta la metodología de Investigación en Fincas basada en un enfoque de sistema restringido desarrollada y promovida por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). El programa de Caisán, fue la primera experiencia de la aplicación de la metodología en Panamá, y con ella se inició un proceso de institucionalización de la metodología.

Posteriormente se decidió difundir la experiencia a otras áreas mediante la ejecución conjunta con el CIMMYT de un curso de capacitación con sede en San Andrés, provincia de Chiriquí, en el cual participaron seis áreas adicionales. Este curso tuvo el doble objetivo de capacitar a los técnicos participantes en la metodología de investigación en fincas y al mismo tiempo poner en funcionamiento un programa de investigación en cada una de las áreas participantes. El Programa de investigación se desarrolló a pleno entre 1985 y 1989. Posteriormente, la Agencia de Extensión de San Andrés continuó con las labores de extensión de las recomendaciones. En 1993, el IDIAP y el CIMMYT lanzaron una encuesta formal para medir el nivel de adopción de las alternativas generadas en el programa.

El objetivo del presente trabajo es el de presentar la experiencia de San Andrés en función de la metodología empleada, y los resultados alcanzados en término de la generación, y adopción de las alternativas tecnológicas generadas en el programa. Para ello, el trabajo se organiza de la siguiente forma: la sección II, presenta algunos aspectos relevantes de la producción de maíz a nivel nacional. La sección III presenta el programa de investigación de San Andrés en término de los problemas identificados y las recomendaciones generadas y difundidas por el programa. La sección IV presenta los resultados alcanzados hasta el año 1993 y la sección V se presentan algunas conclusiones y recomendaciones.

2. El Programa de Investigación en Fincas de San Andrés, 1984-1988¹

2.1 Antecedentes

En el año 1985 el IDIAP con la colaboración del CIMMYT comenzó la implementar un curso regional en capacitación en la metodología de IFA (Byerlee et.al. 1980) en el área de San Andrés, Provincia de Chiriquí. El Programa de IFA de San Andrés cumplió una doble función dentro de la estrategia de institucionalización de la metodología de investigación en fincas llevada a cabo por el IDIAP (Arauz y Martínez 1989). Por un lado sirvió de sede del Curso Regional Interfase sobre la metodología de IFA, y en segundo lugar, como área sede del curso, se llevo a cabo un programa de investigación en fincas llevado a cabo por un equipo de investigadores del IDIAP y extensionistas del MIDA.

En lo que resta de esta sección se resume la experiencia del Programa de Investigación de San Andrés.

2.2 Problemas principales y sus causas

Una parte importante dentro del proceso de planificación de la investigación, es la identificación y priorización de problemas y sus causas. Un entendimiento claro de las causas permite identificar soluciones apropiadas a las circunstancias de los agricultores La Figura 1 muestra los problemas principales, en rectángulos, identificados en el maíz en monocultivo, y las relaciones de causalidad postuladas. A continuación se describen brevemente éstos problemas en términos de su importancia, y relaciones causales.

1. Erosión

Este problema se presentó en el 50% de los campos observados y las principales causas asociadas fueron: Mala cobertura del suelo por el follaje, que a su vez estaba relacionada con un arreglo espacial muy amplio, y una preparación inadecuada del suelo para la siembra.

1 Esta sección está fuertemente basada en : De Graña y Sain. (1989)

ii. *Competencia de malezas*

Un segundo factor limitante fue una excesiva competencia de malezas en el cultivo de maíz. Dentro de las causas posibles de este factor se postularon el deficiente arreglo espacial del maíz, tipos de herbicidas inadecuados para las malezas existentes, épocas de control inadecuadas, equipo y dosis inapropiadas.

iii. *Deficiencia de nitrógeno y fósforo*

El 50% de la observaciones de campo realizadas durante el diagnóstico, mostraron síntomas de deficiencia de nitrógeno. Además los agricultores del área o no fertilizan o si lo hacen, aplican en promedio 24kg de N/ha.

En el caso del fósforo, el 95 % de los análisis de suelo, mostraron niveles bajos en este elemento. Dentro de las causas se postularon: el tipo de arcilla que compone estos suelos (alófono), el pH ácido predominante, la falta de fertilización por parte de los productores, la competencia de malezas, y el arreglo espacial.

vi. *Acame y plantas vanas*

La presencia de fuertes vientos asociada con la variedad local de porte alto utilizada comúnmente por los agricultores, plantas débiles, el tipo de labranza, arreglo espacial y deficiencias nutricionales fueron las principales causas asociadas con estos problemas.

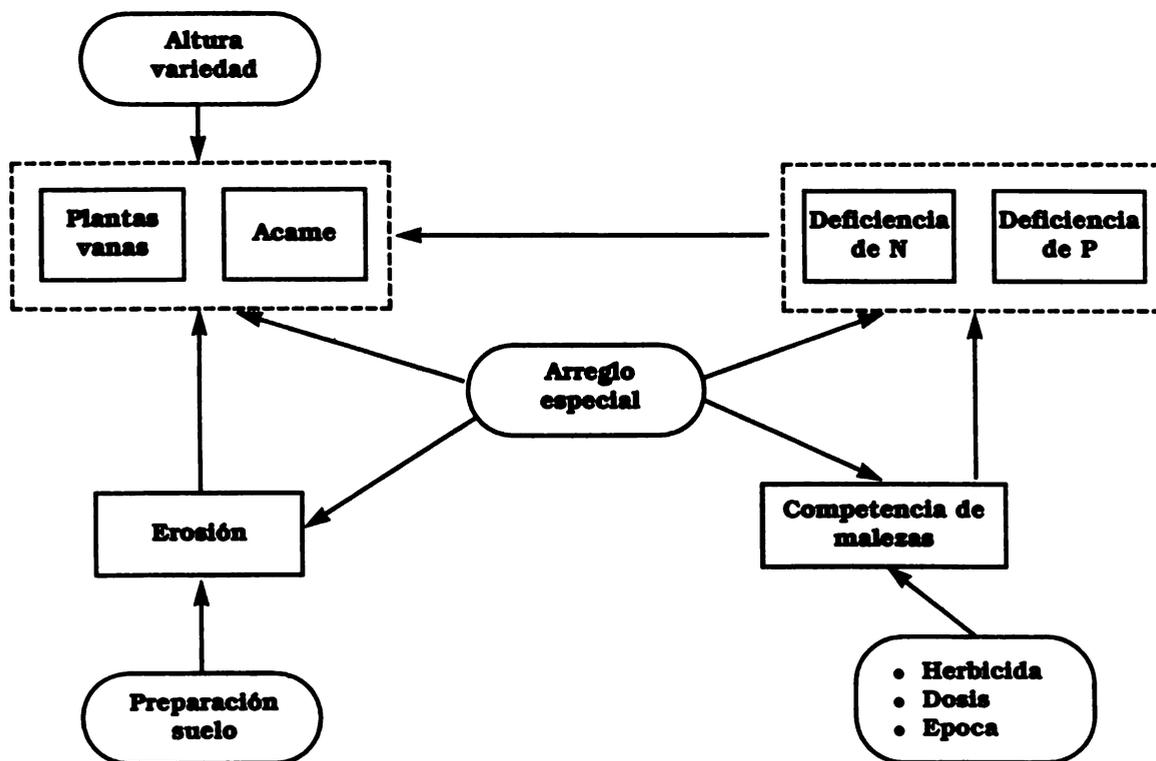


Figura 1. Principales problemas y relaciones de causalidad identificadas en el programa de IFA en San Andrés, Panamá, 1985.

2.3 El programa de investigación y sus resultados

2.3.1 El programa experimental

La identificación de causas posibles de los problemas permitió a su vez el listado de posibles soluciones para cada uno de ellos. Con este listado se procedió al filtrado de las soluciones propuestas por criterios tales como: compatibilidad con el sistemas del agricultor, posible impacto sobre el riesgo, su rentabilidad potencial, facilidad de realizar la experimentación con los recursos de investigación existentes, y la certidumbre de que la solución realmente funcione a nivel de campo. La estrategia experimental planteada durante el periodo de 1985-1988, se basó en un total de 43 ensayos, que incluían los cuatro componentes tecnológicos: arreglo espacial, variedad, fertilización (nitrógeno y fósforo), y control de malezas.

A continuación se resumen algunas características de cada componente y los resultados obtenidos.

i. Arreglo espacial

El objetivo de este componente era mejorar la forma de siembra mediante la siembra en hileras, reduciendo la distancia entre hileras y golpe y disminuir el número de semillas por golpe. Con ello se esperaba no sólo reducir la competencia intraespecie, sino también la competencia entre especies por efecto de un mejor control de malezas mediante la disminución de las distancias de siembra.

El análisis de rentabilidad potencial del componente mostró que solo se necesitaba aumentar los rendimientos en 15 kg/ha para pagar los costos de implementar este cambio en la práctica del agricultor. La respuesta obtenida en término de rendimientos resultó altamente económica, ya que se obtuvo aumentos que variaron de 100 a 500 kg/ha dependiendo de otros factores como niveles de nitrógeno, etc.

ii. Variedad

Con este factor se esperaba solucionar el problema de acame causado por una altura excesiva de la variedad criolla que alcanzaba alturas de hasta 4.5 mts. La alternativa propuesta fueron variedades mejoradas de menores alturas. En particular el programa puso énfasis el uso de Caisán Mejorado. Esta es una variedad con características muy similares a la criolla local pero que ha sido sometida a un programa de reducción de su altura.

iii. Fertilización

Se encontró que el óptimo económico se obtiene cuando se utilizan 50 a 75 kg./ha de nitrógeno aplicados un tercio a la siembra y dos tercios a los 25-30 días después de la siembra en bandas superficiales. Dado el hecho que la principal fuente de nitrógeno en el área es la urea, la recomendación consistió en la aplicación de 2.5 a 3.5 quintales de urea por hectárea, un tercio a la siembra y dos tercios a los 25-30 días y aplicados en una banda superficial.

En contraste con lo observado en nitrógeno la respuesta a la aplicación de fósforo no resultó rentable. Los rendimientos aumentan cuando se utilizaron 50 kg/ha de P₂O₅,

pero decrecen cuando se aumenta el nivel de 50 a 100 kg/ha. Este patrón se repitió en el tiempo.

v. *Malezas*

La experimentación en el caso de este factor se basó en dos métodos de control alternativo, consistentes en la combinación de herbicidas, que presentaban ventajas como las de controlar un amplio espectro de malezas, combinar acciones de contacto y residuales y posibles efectos sinérgicos en la mezcla.

Los resultados mostraron que la práctica del productor era tan efectiva como los tratamientos alternativos con la gran ventaja de ser más económica.

Observaciones en el campo permitieron identificar que la ineficacia de la práctica del agricultor era debida a una ejecución incorrecta y no a la práctica en sí. En particular la mala calibración del equipo debido al uso de boquillas de cono hueco, el no uso de pantallas para la segunda aplicación del herbicida quemante, y la calidad del agua figuraban entre las causas principales de la mala ejecución de la práctica.

Por este motivo el componente inmediatamente fue pasado a un proyecto de transferencia para mejorar la utilización de una práctica, ya conocida por el productor y que consiste en la utilización de dos controles de maleza a base del herbicida quemante Paraquat (Gramoxone). La primera, 7 a 10 días antes de la siembra en dosis de 2.0 l/ha de producto comercial y una segunda aplicación a los 20-25 días después de la siembra a razón de 2.0 l/ha pero de forma dirigida, es decir utilizando una pantalla para proteger el cultivo de maíz.

La Tabla 1 resume, para cada componente tecnológico, la práctica que el agricultor realizaba al comienzo del programa y la práctica recomendada por el programa.

Tabla 1. Recomendaciones del Programa de IFA en San Andrés, Panamá 1985 - 1989.

Componente tecnológico	Práctica del agricultor	Recomendación del programa
• Preparación terreno	• Quema con fuego	• No quema con fuego • Aplicación herbicidas
• Arreglo espacial	• Siembra irregular "en cuadro" a 0.9m x .9m • Cuatro semillas por golpe	• Siembra en hileras a 0.80m x 0.50 m • Dos semillas por golpe
• Variedad	• Local	• Mejorada: Caisán mejorado u otra comercial de bajo porte
• Fertilización	• No fertilización con N • N fertilización con P	• 50 - 75 kg./ha de N en dos aplicaciones • 40 kg./ha de P ₂ O ₅ a la siembra
• Malezas	• Dos aplicaciones de Paraquat.	• Dos aplicaciones de Paraquat. La segunda con pantalla.

3.4.2 Validación y transferencia de las alternativas tecnológicas.

Los resultados de los ensayos durante el primer ciclo fueron concluyentes en los componentes de arreglo espacial, variedades, y control de malezas. Esto aunado a factores como la experiencia de Calsán en términos de la existencia de una variedad local mejorada de corta altura, presiones institucionales de obtención de resultados, y presiones por parte de los agricultores que se encontraban activamente participando en el proceso, llevó al servicio de extensión del MIDA a planear y ejecutar un esquema inicial de transferencia de estos componentes tan pronto como se inició el segundo ciclo experimental (1986).

Las técnicas de transferencias implementadas incluyeron el establecimiento de parcelas de validación de estos componentes, el contacto directo con los productores a través de días de campo, reuniones con productores en parcelas demostrativas, visitas individuales y asesoría técnica en el momento de ejecutar una práctica en particular.

En las parcelas de validación se evaluaron los factores: arreglo espacial, control de malezas, variedad. Más tarde en 1988 se establecieron parcelas con nitrógeno como alternativa. Los resultados mostraron que las prácticas propuestas eran ampliamente mejores en términos de rentabilidad que la práctica del productor.

3. Adopción y Difusión de las Nuevas Tecnologías

3.1 Análisis comparativo 1985- 1993

3.1.1 Preparación del terreno para la siembra

En 1985, al comienzo del programa de investigación, casi la mitad de los agricultores practicaban la labranza cero para la preparación del terreno para la siembra de maíz en monocultivo. Sin embargo, una proporción considerable de ellos practicaba la quema de los rastrojos y en menor medida el laboreo mecánico (Tabla 2).

En 1993, después de ocho años de iniciado el programa la forma de preparar el terreno había cambiado en forma dramática en lo que se refiere a la quema de rastrojo y su reemplazo por la aplicación de herbicidas (Tabla 2). Solo un 5% de los agricultores encuestados seguía con la practica de quemar los rastrojos. En lo que se refiere a la labranza mecánica, no se registró un cambio significativo, lo que era de esperar dada la estructura de costos que implica la posesión de maquinaria.

La Figura 2 por su parte muestra los periodos de adopción de la no quema de acuerdo a las respuestas de la encuesta de 1993. Es posible observar que, a partir del inicio del programa de investigación hay un crecimiento lineal en la adopción de la práctica. Vale la pena resaltar que de acuerdo con las respuestas de la encuesta de 1993, al inicio del programa 63% de agricultores practicaban la cero labranza sin quema, mientras que de acuerdo con las cifras de la encuesta de 1985 este porcentaje fue de 47%. Esta discrepancia puede atribuirse a tres factores. En primer lugar, a errores intrínsecos en el tipo de preguntas que exigen a los agricultores recordar hechos del pasado. En segundo lugar, al hecho de que el 63% computado se compone de un 40% que manifestaron haber

dejado de quemar en alguna fecha antes de 1985, y un 23% que manifestaron que nunca quemaron. Este último porcentaje es probable que esté sobreestimado, dada la amplia campaña de promoción de la no quema para salvar el suelo realizada.

Tabla 2. Formas de preparación del terreno para la siembra de maíz, 1985, 1993, San Andrés, Panamá.

Forma de preparación	Porcentaje de agricultores		
	1985	1993	Diferencia
Mecánica	12	10	ns
Chapía y Quema (fuego)	41	5	***
Labranza cero	47	85	***

Nota: *** significa que la diferencia es diferente de cero con un 99% de confianza.

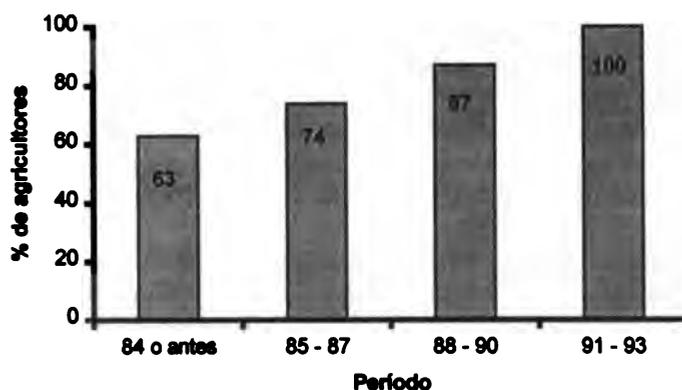


Figura 2. Periodos de adopción de la no quema. San Andrés, Panamá.

El efecto de la campaña en contra de la quema como medida de proteger el suelo se puede apreciar en las respuestas dadas por los agricultores sobre sus razones para no quemar los rastrojos (Tabla 3).

Tabla 3. Razones para no quemar los rastrojos. San Andrés, Panamá, 1993.

Razón	No	Porcentaje
Conservar el suelo	31	42
No es necesario	25	34
Control malezas	6	8
Recomendación	3	4
Otras razones	8	11
Total	73	100

3.2.2 Forma de siembra (arreglo espacial)

Otro componente tecnológico que cambió dramáticamente entre 1985 y 1993 fue la forma de siembra (Tabla 4). El "mateado" o siembra en forma irregular en cuadro era la forma predominante al comienzo del programa. Después de ocho años casi el 90% de los agricultores del área siembran en hilera y menos de 10% lo hacen en forma de "mateado".

Tabla 4. Cambio en la forma de sembrar maíz entre 1985 y 1993. San Andrés, Panamá.

	Porcentaje de agricultores		
	1985	1993	Diferencia
Mateado	71	9	***
Hilera	26	88	***
Mecanizado	3	3	ns

Sin embargo la adopción de este componente requiere más información y ajuste por parte de los agricultores que el componente anterior. La recomendación del programa de investigación fue cambiar la forma de siembra de cuadro a hilera, reduciendo la distancia de siembra para lograr una mejor y temprana cobertura del suelo, y reducir el número de semillas por golpe de manera que la densidad de siembra se mantuviera en la densidad que el agricultor estaba usando de alrededor de 50 000 plantas por hectárea.

La Figura 3 muestra claramente el desplazamiento hacia la izquierda de la distribución de frecuencia de la cantidad de semilla por golpe entre 1985 y 1993. La media de la distribución de esta variable disminuyó en forma significativa de 4 (3.8) a 3 (2.9) semillas por golpe (Tabla 5). Como consecuencia de ambos ajustes, la densidad de siembra se mantuvo sin variación entre ambos periodos. La Tabla 6 muestra que no se registró una diferencia significativa entre las medias de ambas distribuciones.

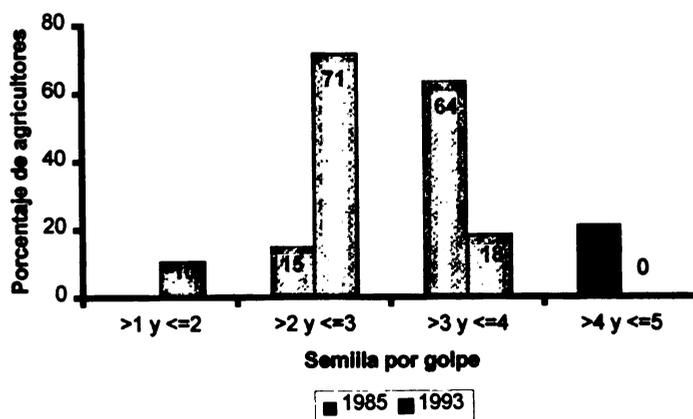


Figura 3. Distribución de frecuencia de la cantidad de semillas por golpe en 1985 y 1993. San Andrés, Panamá.

Tabla 5. Semillas por golpe 1985 y 1993. Prueba de diferencia de medias

	Semillas por golpe	
	1985	1993
Media	3.8	2.9
Varianza	0.31	0.34
Observaciones	33	77
Hipótesis nula sobre la diferencia (Ho)	0	
Grados de libertad	63	
Estadístico t	7.36	
P(T<=t) dos colas	0.00000	
t Crítico dos colas	2.00	

El análisis anterior refleja los cambios en los componentes individuales y su impacto sobre la distribución de la variable densidad sobre toda la población de agricultores que siembran maíz en monocultivo. Sin embargo queda identificar si la adopción se realizó sobre los componentes en forma simultánea, es decir si la siembra en hilera trajo consigo la reducción en las distancia de siembra y a su vez la reducción en el numero de semillas por golpe, o por el contrario si los componentes se adoptaron por separado.

Tabla 6. Densidad de siembra 1985 y 1993. Prueba de diferencia de medias

	Densidad de siembra (semillas por ha)	
	1985	1993
Media	50,282	54,419
Varianza	5.17E+08	7.5E+08
Observaciones	33	77
Hipótesis nula sobre la diferencia (Ho)	0	
Grados de libertad	72	
Estadístico t	-0.82	
P(T<=t) dos - colas	0.41	
t Crítico dos - colas	1.99	

La Tabla 7 muestra la media de la distancia entre golpe, número de semillas por golpe y densidad de siembra en los dos sistemas de siembra predominantes en 1985 y 1993. Resulta claro el ajuste realizado por los agricultores en el área de San Andrés, al cambiar de mateado a hilera los agricultores redujeron en promedio casi 40 cm la distancia entre posturas y redujeron una semilla por golpe para mantener de esta manera la densidad de siembra sin cambios significativos en alrededor de 50 000 plantas por hectárea. Un cambio que requiere una cantidad considerable de información y manejo por parte de los agricultores.

Para aquellos agricultores que siembran en hilera, la distancia entre surcos permaneció sin cambios entre 1985 y 1993 con 95 cm de separación entre surcos. Es decir que la principal forma de siembra en 1993 es la siembra manual, en hilera con surcos

separados entre sí por 95 cm, con una separación de 57 cm entre posturas y con 3 semillas por golpe, lo que hace una densidad promedio de 55 000 plantas por hectárea.

Tabla 7. Media de la distancia entre golpe, número de semillas por golpe y densidad de siembra en dos sistemas de siembra, 1985 y 1997. San Andrés, Panamá.

Variable	Sistema y año		Diferencia
	Mateado 1985	Hilera 1993	
Distancia entre golpe (cm)	94	57	-37***
Semillas por golpe (No)	4	3	-1***
Densidad (plantas/ha)	50,114	54,599	4,485 ns

Dada la cantidad considerable de información y manejo requerida para el cambio de técnica, se le preguntó al agricultor que reportó tener 10 años o menos de estar usando la siembra en hileras, dónde obtuvo la información sobre la práctica. La Figura 4 muestra la importancia del programa de extensión del MIDA en forma directa o indirecta a través de la transmisión de agricultor a agricultor.

3.2.3 Variedades sembradas

La gran mayoría de agricultores en el área de San Andrés (más del 90%) siembran un sólo tipo de maíz en sus parcelas de maíz en monocultivo, situación que no cambió para nada entre 1985 y 1993. Lo que sí cambió en forma significativa fue el tipo de maíz

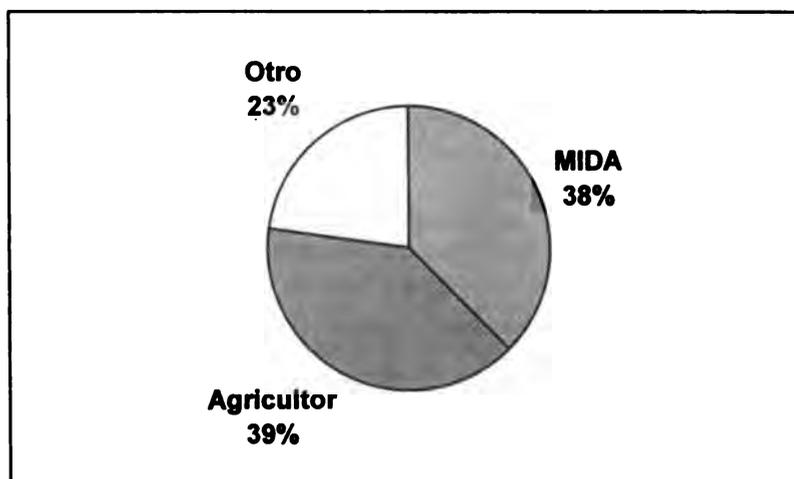


Figura 4. Fuente de información sobre la siembra en hileras, San Andrés, Panamá.

sembrado. En 1985, casi el 70% sembraba maíces criollos de gran porte, mientras que el 30% restante sembraba variedades de polinización libre (VPL), las cuales en su mayoría eran de segunda o tercera generación. En 1993, la situación cambió dramáticamente, casi el 70% sembraba VPL y el 30% continuaba usando variedades criollas. Lo que no cambió fueron los hábitos de adquisición, solo un 4% de los agricultores usaban semilla de VPL comercial, es decir adquirida ese año (Tabla 8).

También cambió la proporción de las principales semillas mejoradas usadas. En 1985, los agricultores que sembraron variedades mejoradas, sembraron principalmente Tocumen, y otras variedades no identificadas, en 1993 además de Tocumen se incorporaron dos variedades mejoradas Caisán mejorado y Guararé (Tabla 9).

Tabla 8. Tipos de semillas de maíz sembradas en San Andrés, Panamá.

Tipo de semilla	Porcentaje de agricultores		
	1985	1993	Diferencia
Criolla	68	32	***
VPL Comercial	9	4	ns
VPL segunda generación	24	64	***

Los problemas en la adopción de la variedad Caisán mejorado se deben básicamente a la poca disponibilidad de semilla en el área y a problemas de degradación de la variedad (polinización cruzada).

La Figura 5 muestra el patrón de uso en el tiempo de las variedades mejoradas. El 71% de los agricultores que usaban variedades mejoradas en 1993 manifestaron que las usaban desde 5 a 6 años atrás. Este porcentaje casi alcanza el 90% cuando el periodo se prolonga a 10 años.

Tabla 9. Variedades mejoradas sembradas en San Andrés, Panamá, 1985 y 1993.

Variedad	1985	1993
Tocumen	28	20
Guararé	0	31
Alanje	0	2
Caisán mejorado	0	23
Mejorada no identificada	72	25

Las principales fuentes de información sobre la semilla mejorada son otros agricultores y los institutos de investigación y extensión de Panamá, el IDIAP y el MIDA. El 85% de los agricultores que usan semilla mejorada manifestaron haberlas conocido por alguno de estos medios de información (Figura 6).

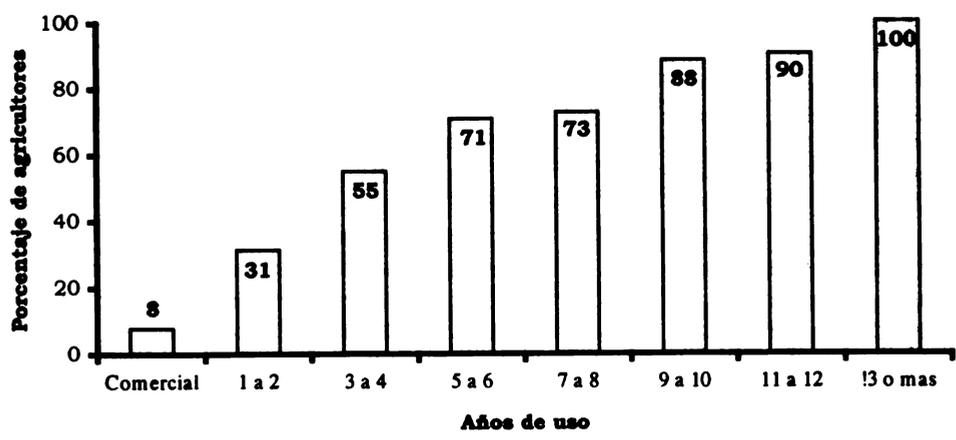


Figura 5. Distribución de frecuencia de los años de usar semillas mejoradas en San Andrés Panamá.

En lo que se refiere al manejo de la semilla mejorada, ya se manifestó que menos del 5% de los agricultores usaban semilla comercial. De aquellos que usan su propia semilla mejorada, un poco más de la mitad la usan cuatro años o menos. Casi un 30% la usan entre uno y dos años (Figura 7).

En cuanto a la relación entre variedad y densidad de siembra, los resultaron mostraron que aunque la densidad de siembra promedio no varió entre agricultores que cambiaron la forma de sembrar, si hubo una variación significativa entre la densidad y los que siembran semilla mejorada.

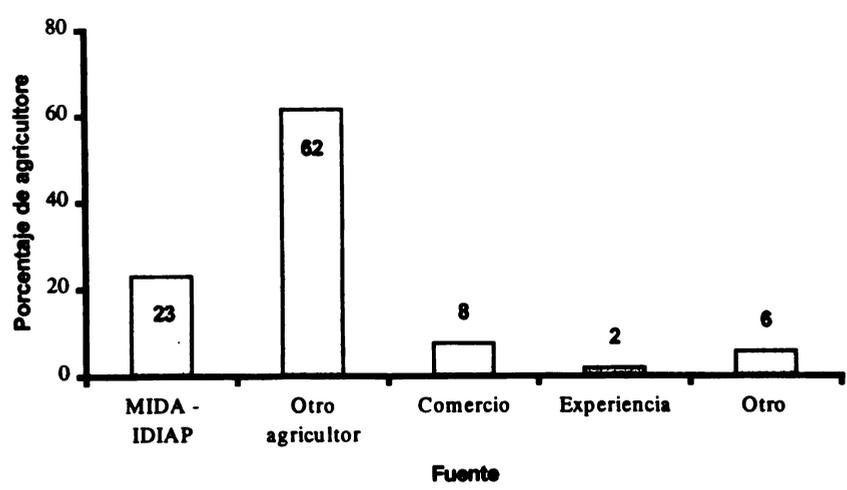


Figura 6. Fuentes de información sobre las variedades mejoradas, San Andrés, Panamá.

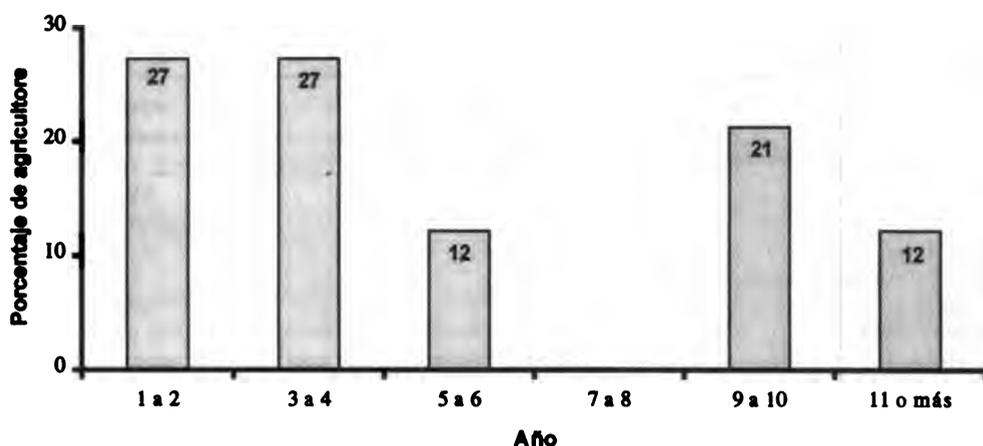


Figura 7. Distribución de frecuencia del número de años que los agricultores usan la semilla mejorada propia, San Andrés, Panamá, 1993.

4.2.4 Fertilización

En 1985 menos del 40% de los agricultores que sembraban maíz en monocultivo fertilizaban el maíz, y los que lo hacían aplicaban en promedio 24 kg/ha de N y 19 kg/ha de P₂O₅. En 1993, la situación era completamente diferente, casi el 80% de los agricultores fertilizaban el maíz con dosis promedio de 50 kg/ha de N y 35 kg/ha de P₂O₅, significativamente mayores que aquellas registradas en 1985 (Figura 8 y Tabla 10).

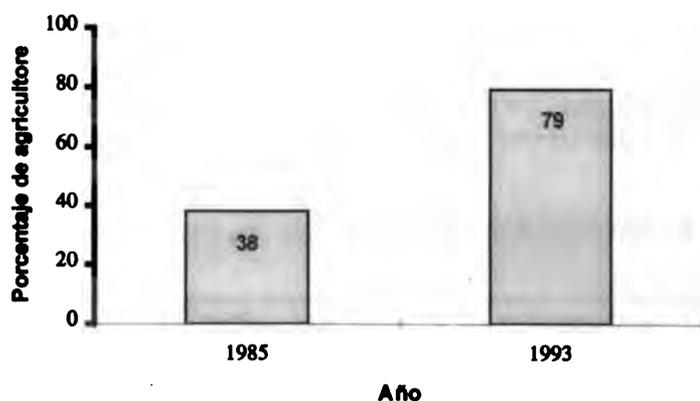


Figura 8. Porcentaje de agricultores que fertilizan el maíz en monocultivo, San Andrés, Panamá.

Tabla 10. Dosis de fertilización con N y P2O5 en San Andrés, Panamá, 1985 y 1993.

	N (kg./ha)		P2O5 (kg./ha)	
	1985	1993	1985	1993
Media	24	50	19	35
Varianza	429.5	1203.2	88.3	426.1
Observaciones	13	59	13	45
Hipótesis sobre diferencia de medias (Ho)	0		0	
Grados de libertad	29		45	
Valor del estadístico t	-3.6		-3.9	
P(T<=t) dos colas	0.0010		0.0003	
t Crítico dos colas	2.05		2.01	

Pero en San Andrés no solo cambiaron los niveles de nutrimentos aplicados sino también los tipos de fertilizantes aplicados y las formas (épocas) de aplicación. En 1985 únicamente un 15% de los agricultores realizaban una segunda fertilización y ninguno realizaba tres aplicaciones. En 1993, por el contrario casi la mitad realizaba dos aplicaciones y 4% realiza tres (Tabla 11).

Tabla 10. Número de aplicaciones de fertilizantes en maíz, San Andrés, Panamá, 1985 y 1993.

	Porcentaje de agricultores	
	1985	1993
Una fertilización	38	79
Dos fertilizaciones	15	45
Tres fertilizaciones	0	4

También el tipo de fertilizantes utilizados en cada aplicación tuvo un cambio significativo entre ambos periodos considerados (Tabla 11).

Tabla 11 Tipos de fertilizantes aplicados, San Andrés, Panamá, 1985 -1993.

Tipo de fertilizante	1ra aplicación		2da aplicación		3ra aplicación	
	1985	1993	1985	1993	1985	1993
12-24-12	77	66	0	11	0	0
18-46-0	0	7	0	0	0	0
Urea	0	25	100	89	0	100
Otro	23	3	0	0	0	0

4.2 El patrón de difusión de las alternativas tecnológicas generadas

Una forma funcional comúnmente usada para representar el patrón temporal de difusión de una nueva tecnología en una región o área determinada, es la función logística o curva de aprendizaje. Esta función se representa por la ecuación siguiente:

$$Y_t = K / (1 + e^{-a - b \cdot t})$$

donde Y_t es la proporción de la superficie cultivada con la nueva técnica en el periodo t , K es una constante que de acuerdo con Griliches (1958) representa el "techo" de la función o sea la máxima proporción esperada de adopción de la nueva tecnología ($0 \leq K \leq 1$), mientras que a y b son parámetros a ser estimados que determinan la forma y la posición de la función en el tiempo. De particular importancia es el parámetro b que determina la tasa de crecimiento o grado de adopción de la tecnología.

$$Y = \frac{d(Y_t)}{dt} = b \cdot \left(\frac{Y_t}{K} \cdot K - Y_t \right)$$

es decir que la tasa de crecimiento de la proporción de área cultivada con la nueva tecnología es proporcional al parámetro b ponderado por dos factores que miden el grado de avance de la difusión de la tecnología en la región en relación al techo de adopción (K). La tasa máxima de crecimiento se logra cuando la mitad del área ($Y_t = 0.50$) se encuentra cultivada con la nueva tecnología. Después de este punto considerado de "saturación" nuevos incrementos en el área cultivada con la nueva tecnología se hacen más difíciles.

Si existe suficiente información sobre los valores de Y_t para diferentes periodos de tiempo, y si el techo K es conocido, los parámetros a y b se pueden estimar por el método de los mínimos cuadrados ordinarios. Para ello es necesario realizar una transformación de la función para hacerla lineal en los parámetros. La ecuación a estimar tiene la forma:

$$Y^*_t = a + b(t)$$

donde $Y^*_t = -\ln [(K/Y_t) - 1]$ es la variable dependiente transformada y (t) es un índice de los periodos de tiempo (usualmente años) considerados.

Sin embargo, en la mayoría de los casos en donde se evalúan programas de investigación en fincas de agricultores, tal disponibilidad de información no se tiene. Usualmente se dispone de información sobre el estado inicial, es decir al comienzo del programa, sobre el estado al momento de realizar la evaluación unos años después de haberse difundido las recomendaciones del programa. Es decir sólo se tiene información sobre dos puntos de la curva y sobre el valor del techo K . En estos casos el procedimiento descrito anteriormente no puede aplicarse y se debe recurrir a una estimación "cruda" de los parámetros mediante la fórmula siguiente (Martínez y Sain 1988).

$$a = \frac{C_0 \cdot t_1 - C_1 \cdot t_0}{t_1 - t_0}$$

donde C_0 y C_1 son constantes que se calculan como:

$$C_0 = \ln \left[\frac{Y^{(t=0)}}{K - Y^{(t=0)}} \right] \quad \text{y} \quad C_1 = \ln \left[\frac{Y^{(t=1)}}{K - Y^{(t=1)}} \right]$$

En el caso bajo estudio, para todas las alternativas tecnológicas generadas se dispone de la información inicial y final provista por las dos encuestas formales realizadas en 1985 y 1993 respectivamente. En adición, el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) realizó en 1988, 1989, 1990, 1991, y 1992 encuestas anuales a agricultores en el área de San Andrés con el fin de dar seguimiento a la adopción y evaluar la labor de extensión. Estas encuestas recababan información sobre el uso de dos de los componentes generados, variedades mejoradas y arreglo espacial.

La Tabla 12 resume la información disponible sobre la proporción del área sembrada con maíz en monocultivo que se cultiva con cada alternativa tecnológica (Y_i). Las cifras en negritas representan estimaciones de las encuestas formales del IDIAP-CIMMYT, mientras las demás son de las encuestas de seguimiento y evaluación del MIDA.

Es decir que los parámetros de la curva logística de difusión para las variedades mejoradas y la siembra en hilera se pueden estimar por el método de los Cuadrados Mínimos Ordinarios (CMO) y aquellos correspondientes a la fertilización se deben estimar por el método alternativo. En cualquiera de los dos casos se debe especificar previamente para cada componente, el nivel máximo esperado de adopción (K). Siguiendo la costumbre en este tipo de análisis, se fijó un techo igual a uno ($K=1$) para todos los componentes recomendados con la excepción de la fertilización. En este último caso, los niveles de inversión de capital en efectivo requeridos por la nueva práctica son más altos, y los retornos más inciertos, particularmente en el caso del fósforo, elemento que no fue consistente en la respuesta económica, debido a las características específicas de los suelos del área. Para la fertilización se tomó como límite máximo de adopción el 70% de la superficie cultivada con maíz ($K=0.7$).

Tabla 12. Proporción de agricultores que usan los diferentes componentes tecnológicos difundidos en San Andrés, Panamá, 1985 - 1993.

Año	Variedades mejoradas	Siembra hilera	No quema	Labranza cero	Nitrógeno	Fósforo	Nitrógeno y Fósforo
1985	0.28	0.32	0.75	0.60	0.07	0.00	0.00
1986							
1987							
1988	0.67	0.49					
1989	0.73	0.50					
1990	0.73	0.68					
1991	0.81	0.67					
1992	0.80	0.77					
1993	0.75	0.90	0.97	0.82	0.41	0.20	0.15

La Tabla 13 presenta el valor de los parámetros estimados de la curva logística para cada una de las alternativas tecnológicas generadas y difundidas por el programa de investigación. La Figura 9 muestra el patrón de difusión observado y estimado entre 1985 y 1993 para los componentes tecnológicos bajo estudio.

Tabla 13. Parámetros de la curva logística de difusión para los componentes tecnológicos difundidos en San Andrés, Panamá. 1985 - 1993.

Componente	Y _{t=0} (1985)	Y _{t=1} (1993)	Techo (K)	Parámetros estimados	
				a	b
No quema	0.75	0.97	1.0	0.78	0.29
Cero Labranza	0.60	0.82	1.0	0.27	0.14
Variedades mejoradas	0.28	0.75	1.0	-0.70	0.26
Arreglo espacial	0.32	0.9	1.0	-1.36	0.34
Fertilización con N	0.07	0.41	0.7	-2.54	0.32
Fertilización con P	0.001	0.20	0.7	-7.26	0.71

4. Conclusiones

Los resultados presentados en las secciones anteriores permiten extraer algunas conclusiones útiles para técnicos y gerentes de los sistemas nacionales de investigación agrícola que quieran implementar la metodología de la IFA, como un método eficiente de realizar investigación adaptativa. Entre ellas se pueden destacar las siguientes:

1. Es posible realizar programas de IFA en donde los componentes de investigación y extensión trabajen en forma conjunta y efectiva, aunque ambos componentes se encuentren institucionalmente separados. Esto no quiere decir que esta situación sea deseable, sino simplemente que no es necesario resolver todos los problemas institucionales para tener programas de IFA que produzcan resultados a corto plazo.
2. El horizonte temporal en el cual se adoptaron las nuevas prácticas, así como el origen y la motivación para adoptar manifestada por los agricultores del área permiten afirmar que el programa de IFA fue un elemento determinante en el cambio tecnológico registrado en la forma de producir maíz en el área.
3. Las altas tasas de adopción obtenidas y la velocidad del proceso de difusión de los componentes tecnológicos recomendados por el programa, apoyan la hipótesis sobre la eficiencia del proceso de IFA en términos de:
 - identificación de problemas prioritarios.
 - identificación de soluciones apropiadas
 - efectividad del proceso de transferencia al ser este componente incorporado efectivamente dentro del proceso de generación de tecnología.
 - la incorporación del agricultor en el proceso de investigación en fincas, compartiendo los costos de investigación, lo que da como resultado una mayor velocidad en las fases de adopción y difusión.
 - estos dos últimos factores aseguran la eficiencia de costos tanto privada como social del proceso de investigación en fincas.

4. Es importante destacar algunos factores que ponen en peligro la probabilidad de éxito de los programas de investigación en fincas en la práctica:
 - la falta de continuidad de la investigación. Es necesario mantener la continuidad de la estrategia de investigación a través de los años.
 - dimensionamiento de la investigación respecto a la disponibilidad efectiva de recursos para la investigación.
5. Entre los factores más importantes que limitan la adopción, al menos en el corto plazo, se pueden mencionar circunstancias exógenas a las fincas, tales como disponibilidad de insumos, rigideces en los mercados, etc. Como consecuencia se recomienda una mejor identificación de circunstancias y definición del o los dominios de recomendación en los cuales se va a trabajar.

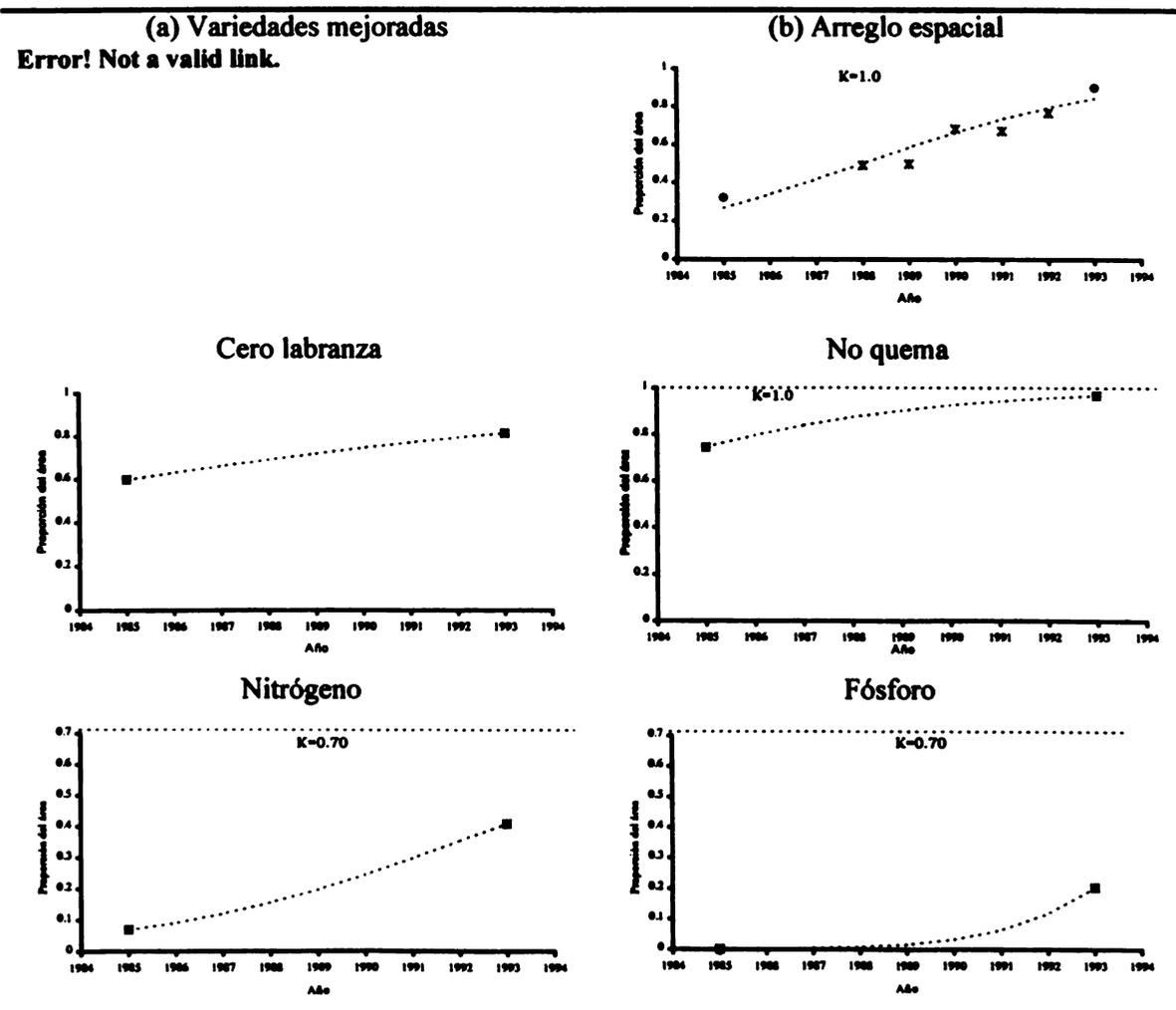


Figura 9. Patrón de difusión observado y estimado de las alternativas tecnológicas difundidas en San Andrés, Panamá.

Bibliografía

- Arauz, J.R., y J.C. Martínez 1983. "Desarrollando Tecnología Apropiable Para el Agricultor. Informe de Progreso del Programa de Caisán en Panamá". Serie de Estudios Especiales No. 1. IDIAP-CIMMYT, Panamá.
- Byerlee, D. M. Collison 1980. "Planning Technologies Appropriate to Farmers- Concepts and Procedures". CIMMYT, México.
- De Gracia, R. y G. Sain 1989. "Resultados de un Proyecto de Investigación en Fincas. San Andrés, Panamá". Trabajo presentado en la XXXVI Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras.
- Griliches, Z. 1958. Research costs and social return: Hybrid corn and related innovations. *Journal of Political Economy* 66, (419-31).
- Martínez, J. C. y G. Sain. 1983. "The Economic Returns to Institutional Innovations in National Agricultural Research: On-Farm Research in IDIAP-Panama". CIMMYT Economics Program. Working Paper 04/83.

EVALUACION DE LA TECNOLOGIA AGRICOLA MODERNA DESARROLLADA POR EL INIFAP Y APLICADA EN LA REGION DE LOS LLANOS DE DURANGO¹

Horacio González Ramírez

1. Introducción

A pesar del notable desarrollo industrial ocurrido en México y del acelerado crecimiento de la población urbana sobre la rural, el país sigue teniendo un carácter marcadamente agrario. En los años recientes, el deterioro acelerado del sector agropecuario y las consecuencias negativas sobre la estructura económica en su conjunto, obligaron a recordar las raíces agrarias del aumento industrial de las décadas anteriores. La raíz de la crisis económica actual se encuentra, sin duda, en la configuración del sector agropecuario y en su función de soporte interno del crecimiento industrial.

Frecuentemente se dice que el atraso que existe en el campo se debe en gran medida a los bajos rendimientos en materia agrícola, por lo que en México, como en muchas otras partes del Tercer Mundo, el tema de las semillas mejoradas es de vital importancia. La ingeniería genética ofrece enormes avances en cuanto a la resistencia de las plantas a condiciones desfavorables aumentando de esa forma sus rendimientos físicos y económicos. El problema estriba en que algunas veces las nuevas semillas no son aceptadas por los productores.

La importancia social y económica del sector agropecuario en México y, en particular, en el estado de Durango, así como el papel clave que desempeña la tecnología en su desarrollo justifica el objeto de estudio de la presente investigación, la cual se enfocó a la evaluación de la tecnología agrícola moderna desarrollada por el Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) para ser aplicada al cultivo del frijol en las zonas semiáridas de temporal de Durango.

En el primer capítulo se hace una exposición de los aspectos generales del cultivo. El capítulo segundo explica lo que es el INIFAP. En el tercer capítulo se trata de la oferta, demanda e investigación en frijol a nivel nacional. El capítulo cuarto trata de la importancia del cultivo del frijol en el estado de Durango.

¹ Resumen de Tesis, Maestría en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional. Instituto Tecnológico de Durango. División de Estudios de Postgrado de Durango.

El quinto capítulo se destinó a los aspectos teóricos sobre la adopción de tecnologías agrícolas. El capítulo sexto contiene los objetivos y metas hipótesis y metodología utilizada. El séptimo capítulo presenta los resultados obtenidos y su discusión. El apartado final corresponde a las conclusiones y recomendaciones.

2. Objetivos

Los objetivos principales del trabajo fueron: (1) Evaluar, en términos cualitativos y cuantitativos, el grado de adopción que ha tenido la tecnología generada por el INIFAP-Durango en el ámbito regional; y (2) Determinar los principales factores que han influido en la adopción, tratando de indicar la magnitud y el tipo de influencia de cada uno de ellos.

3. Hipótesis

Con base en los resultados obtenidos en los estudios existentes en materia de adopción de tecnologías agrícolas se identificaron los factores relevantes para construir las hipótesis. Se probaron las hipótesis de que la adopción de tecnología está relacionada con el acceso a la información, con los recursos disponibles, con las ventajas de la misma, con el potencial productivo, con la edad y escolaridad del agricultor, con el nivel de participación del productor y con la ayuda de servicios de extensión.

4. Materiales y Métodos

La investigación se llevó a cabo en su mayor parte por medio de una encuesta basada en un muestreo aleatorio (n=152), realizada a principios de 1995 en los municipios de Gpe. Victoria y Pánuco de Coronado y se utilizó un cuestionario para capturar la información correspondiente al ciclo primavera-verano de 1994, la cual se complementó con entrevistas a informantes clave e investigación documental. La tecnología evaluada fueron las variedades mejoradas de frijol Pinto Villa, Negro Durango y Bayo Victoria, generadas recientemente por el INIFAP para las condiciones de temporal de la región de los Llanos de Durango.

Los datos fueron analizados en el programa SPSS/PC+ (The Statistical Package for IBM PC) de acuerdo con una serie de instrucciones dadas en un programa elaborado específicamente para los fines de la investigación. Se aplicaron tres tipos de análisis estadístico: 1) distribución de frecuencias 2) tablas de contingencia (X²) y 3) análisis de correlación.

5. Resultados y Discusión

El 69% de los cuestionarios se aplicaron en Guadalupe Victoria y el restante 31% en Pánuco de Coronado. El 58% de los entrevistados sembró la variedad Pinto Villa el año pasado y el 42% restante semilla criolla; en 45% de los casos la variedad mejorada se sembró en superficies mayores de 20 ha y 87% dijo estar enterado de la existencia de las nuevas variedades.

Un 66% no tiene acceso al crédito; 37% no dispone de maquinaria propia y 22% produce para autoconsumo. El 57% afirmó que la semilla mejorada rinde más que la criolla; 72% estimó que el nuevo grano tiene más aceptación en el mercado y 67% que el costo de la semilla mejorada limita su utilización.

El concepto que el agricultor tiene de la calidad o potencial de los recursos naturales con los que dispone fue otro de los aspectos importantes a valorar. En ese sentido, 84% calificó a sus tierra como de buena clase y 64% opinó que la lluvia de la región es suficiente para la producción de frijol bajo condiciones de temporal.

El 68% de los productores se ubicó en el rango de más de 40 años y el 79% tiene una escolaridad de nivel primaria. Referente al nivel de participación en la toma de decisiones, 65% contestó que no era usual que se tomara en cuenta su opinión respecto al tipo de semillas a desarrollar. Igualmente, sólo el 15% aceptó pertenecer a alguna organización que pueda influir en las resoluciones relacionadas con generación de nuevas semillas.

Las preguntas enfocadas a los servicios de asistencia técnica revelan que 72% de las unidades productivas no son visitadas frecuentemente por algún extensionista y que sólo el 35% de los encuestados suelen ser invitados a colaborar en los programas de parcelas demostrativas de frijol.

Las tablas de contingencia y la prueba de chi-cuadrado permitieron establecer (N.S.=5%) que es mayor la utilización de variedad mejorada en el municipio de Gpe. Victoria que en el de Pánuco de Coronado y que hay diferencias en el empleo de la variedad asociadas con la información sobre ésta. También se observó que hay diferencia entre el uso de variedades de acuerdo con la superficie disponible, usándose más la variedad mejorada en las parcelas más grandes. Por otro lado, el acceso al crédito, la facilidad para obtener la semilla y la disponibilidad de maquinaria propia se tradujo en mayor uso de los nuevos materiales. Cuando el principal destino de la producción era la venta se emplearon más las variedades mejoradas que las criollas.

La convicción de que la nuevas semillas significan un mayor rendimiento o más aceptación en el mercado, marcó diferencias en el tipo de semilla utilizada a favor de la mejorada. Que el costo de la semilla mejorada se conviertas o no en una limitante para su uso marcó diferencias, en el sentido de que quienes no lo veían como un factor limitante hicieron un mayor uso de semilla mejorada.

Las distintas opiniones en cuanto a la calidad de la lluvia para la producción de frijol no implicaron diferencias en cuanto al tipo de semilla usada, en tanto que el punto de vista de que la tierra es de buena calidad se tradujo en una mayor utilización de la nueva variedad. La edad y nivel de escolaridad no implicaron diferencias significativas en el tipo de variedad sembrada y tampoco la participación del productor en la toma de decisiones sobre nuevas variedades ni los servicios de extensión.

Los coeficientes de correlación entre tipo de variedad y las demás variables en términos generales fueron bajos y con signo positivo ($0.2 < r < 0.4$). De esta manera se encontró una asociación directa entre el acceso a la información, la disponibilidad de recursos, la calidad del suelo, la ventaja de la nueva tecnología y el uso de semilla mejorada. Por el contrario, la asociación inversa entre el costo de la semilla y su utilización se expresó en un coeficiente de correlación con signo negativo.

Para las demás variables, ligadas con tipo de suelo, edad y escolaridad, nivel de participación y servicios de extensión, los valores obtenidos para los coeficientes de correlación no permiten demostrar la existencia de una asociación entre estos factores y el tipo de variedad utilizada. Así pues, la posibilidad de opinar acerca del tipo de semilla requerida, la pertenencia o no a organizaciones de productores, la frecuencia de las visitas del técnico y las invitaciones a colaborar en parcelas demostrativas parecen no influir en el uso de semilla mejorada.

La hoja de comentarios del entrevistador revela que, aun cuando se mostró cierto grado de desconfianza, en el 96.7% de los casos los datos captados pueden ser considerados confiables, gracias a que en su mayoría se realizaron en el lugar, momento y forma adecuados y a que hubo interés en contestar y una adecuada comprensión de los objetivos y preguntas.

6. Conclusiones

El frijol tiene una posición de primer orden dentro de la alimentación de la población mexicana y representa una fuente importante de ocupación e ingreso, así como una garantía de seguridad alimentaria, vía autoconsumo. A pesar de la demanda creciente de este grano, la producción nacional no ha aumentado proporcionalmente y los rendimientos medios son bajos. Entre las estrategias para aumentar la productividad agrícola ocupa un lugar prominente la investigación agrícola desarrollada por los centros de investigación nacionales.

La relevancia del cultivo del frijol en Durango (42% de la superficie agrícola), hace necesario que además de los trabajos de mejoramiento genético se efectúen estudios que permitan evaluar el grado de adopción de las tecnologías generadas. Este tipo de estudios son necesarios para mejorar la eficiencia en la transferencia de tecnología y demostrar los efectos de la inversión en la generación de tecnologías.

Con base en los resultados del trabajo de campo puede afirmarse que de las tres variedades mejoradas de frijol: Pinto Villa, Negro Durango y Bayo Victoria, solamente la primera de ellas ha sido adoptada ampliamente en los municipios de Guadalupe Victoria y Pánuco de Coronado (58% de los entrevistados), encontrándose pocas evidencias de la adopción de las otras dos variedades.

Aunque la variedad Bayo Victoria tuvo altos rendimientos, se adoptó escasamente debido a que el tipo de grano no es el preferido en el mercado. Por su parte, Negro Durango tuvo problemas con enfermedades, plagas y mermas al ser cosechada. La aceptación de Pinto Villa se debió a que, además de alto rendimiento y preferencia en el mercado, contó con el apoyo de la política sectorial.

Las conclusiones respecto a las hipótesis son de que existe una relación directa entre la adopción y factores tales como: acceso a la información, disponibilidad de recursos y ventajas de la nueva tecnología; la relación entre la adopción y el potencial productivo no es muy clara y no se encontró que existiese una asociación entre la adopción y factores tales como: edad y escolaridad, niveles de participación del productor y servicios de extensión agrícola.

Por último se dan algunas recomendaciones orientadas a incrementar la aplicación de nuevas tecnologías, tales como tomar más en cuenta la opinión del productor, efectuar estudios de mercado sobre frijol, pruebas de calidad comestible del grano, llevar a cabo la planificación de la investigación en grupos multidisciplinarios, mejorar la coordinación sectorial interinstitucional, la reconceptualización de los medios de difusión, el establecimiento de mecanismos permanentes de evaluación, un mejoramiento genético más selectivo que haga énfasis en la calidad comercial además del rendimiento y el desarrollo de estrategias que conlleven medidas de política sectorial que apoyen la transferencia de nueva tecnología.

Bibliografía

- Barkin, D. y Suárez, B. 1983. El fin del principio: las semillas y la seguridad alimentaria. México, Ed. Océano-Centro de Ecodesarrollo.
- Bartra, A. 1979. El panorama agrario en los setenta. México, Revista Investigación Económica, UNAM, Núm. 150, oct-dic, 1979.
- INEGI, 1988. Abasto y comercialización de productos básicos: Frijol. México, INEGI-SECOFI-CONASUPO-PRONAL-SISVAN.
- CAEVAG, 1986. Guía para la asistencia técnica agrícola: área de influencia del Campo Agrícola Experimental "Valle del Guadiana". México, SARH Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP).
- SEP, 1982. Frijol y Chicharo. Manuales para educación agropecuaria. México, Editado por SEP/Trillas.
- INIA, 1977. El INIA, filosofía, orientación y políticas de la investigación agrícola en México. México, SARH - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
- Tapia, A. 1987. Transferencia de tecnología. En: Desarrollo Rural, Seminarios Científicos. SARH-INIFAP, Campo Agrícola Experimental del Bajío.
- Plascencia, J., Borges, E. y Reyna, E. 1986. Frijol: oferta, demanda e inversión en la investigación agrícola. México, SARH-INIFAP, Folleto de investigación Núm. 66.
- INEGI, 1992. Agenda estadística de los Estados Unidos Mexicanos: edición 1991. México, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
- INEGI, 1993. Anuario Estadístico del Estado de Durango, Edición 1993. México, INEGI-Gobierno del Edo. de Durango. Noviembre, 1993.
- Acosta, J.A., 1982. Bayo Madero y Bayo los Llanos: nuevas variedades de frijol para el norte-centro de México. México, SARH-INIA-CAEVAG, Folleto Técnico Núm. 1.
- Guerra, G. 1975. La planificación de la investigación agrícola. Desarrollo Rural en las Américas, Vol. VII Núm. 2.
- Boltvinik, J. 1975. Economía Campesina e Investigación Agrícola. México, Comercio Exterior-Bancomext. Mayo de 1975.
- Challita, L.E. 1976. Evaluación Social de la Asignación de Recursos en Educación e Investigación Agrícola. México, Agrociencia Núm. 23, Colegio de Postgraduados de Chapingo
- Rogers y Shomaker. 1974. La comunicación de innovaciones, un enfoque transcultural. México, Ed. Herrero Hnos.

1

2

**PROBLEMAS
Y NECESIDADES
DE INVESTIGACION
PERCIBIDOS POR
LOS PARTICIPANTES**

PROBLEMAS PERCIBIDOS POR LOS PARTICIPANTES¹

1. Sobre aspectos conceptuales y metodológicos

Los principales inquietudes de los participantes respecto a las características de los estudios de adopción estuvieron centrados en las siguientes:

- 1) Su complejidad y costos de ejecución. Dada estas características, los participantes expresaron la necesidad de despertar el interés de las instituciones de investigación y de los grupos representantes de los agricultores en este tipo de estudios.
- 2) Dada la amplitud y complejidad del tema, es necesario el trabajo en equipos multidisciplinarios, incorporando al agricultor desde el comienzo del estudio.
- 3) el grado de especificidad de los estudios,
- 4) existe la posibilidad de que los resultados sean sesgados o muy limitados en sus alcances y en algunos casos, que sea limitado análisis estadístico realizado.
- 5) La falta de análisis económico de las tecnologías estudiadas. Se hizo mención especial del caso de protección vegetal.
- 6) Factores importantes que afectan la adopción que no han sido considerados. En particular se mencionaron:
 - El trabajo fuera de la finca como costo de oportunidad de la mano de obra. Incluir aspectos relacionados con la migración
 - Factores políticos, institucionales (costos de transacción) y macroeconómicos relacionados con el entorno externo a la finca.
 - Deficiente incorporación de factores relacionados con el tema de género. En particular se mencionó en los estudios de adopción de prácticas de conservación de suelos.
 - Incluir un balance entre factores agronómicos y económicos
- 7) Falta de claridad en conceptos claves como, la identificación de las tecnologías a medir (en particular se mencionó el caso de las variedades mejoradas), la definición de la categoría de adoptadores, diferencias entre adopción, difusión y aceptación.

¹ Esta sección se basa en la recopilación de las opiniones de los participantes, expresadas en tarjetas, de acuerdo con el método ZOPP. Eso da inevitablemente un carácter fragmentario al texto.

- 8) Debe establecerse mejor el momento de realizar los estudios de adopción. Ello en relación con el momento oportuno para los estudios de adopción, de acuerdo con la transferencia - difusión de tecnología.
- 9) La selección de variables independientes debe ser participativa técnico – productor y concretarlas. La no participación de los agricultores en la definición de las variables que influyen en la adopción
- 10) Se debe profundizar más en el análisis y manejar menos variables.
- 11) Se debe incorporar al análisis los métodos propios de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para determinar dominios de recomendación.
- 12) En aquellos estudios que usan métodos participativos los participantes expresaron:
 - La falta de análisis estadístico los hace aparecer como sustitutos cuando ambos enfoques son complementarios.
 - Falta mayor profundidad en los estudios de caso y se sacrifica el rigor científico. De esa manera no hay un balance entre la complejidad de las prácticas a evaluar y el nivel o profundidad del estudio de adopción.
 - Probable sesgo con productos evaluados.
 - Estudios en los que se evalúan muchas tecnologías.
 - No se refleja por qué se produce la no adopción de prácticas.
- 13) Los modelos dicotómicos dejan fuera a los adoptantes parciales por lo que se reduce su capacidad explicativa. Qué restricciones existen para usar la superficie con la tecnología como variable respuesta de adopción.
- 14) Cómo capturar en los modelos las diferencias de características de las alternativas. En particular se mencionó el caso de las variedades mejoradas.
- 15) Debe profundizarse en las causas para identificar los factores.
- 16) Como lidiar con la endogeneidad en las variables independientes
- 17) Influencia de entidades o factores en el grado de adopción independiente al proyecto de investigación
- 18) Falta de priorización en la definición de los factores que afectan la adopción.
- 19) La representatividad de la muestra fue un punto importante entre los participantes. Se mencionó que resultados de muestras no representativas pueden ser mal usados. Algunos participantes expresaron además que se debe especificar mejor el método usado para la selección de la muestra. Los estudios deben estar asociados a conceptos de zona homogéneas o dominios de recomendación para aumentar la utilidad de los resultados. Los estudios deberían garantizar la calidad de la información. Se expresó preocupación por la existencia de sesgos por falta de recursos para cubrir el número adecuado de agricultores.
- 20) La elaboración encuesta fue otro punto de inquietud entre los participantes. En particular, se debe poner mas énfasis en la Participación de usuarios directos (agri-

cultores - técnicos) en definición de encuestas, factores y criterios (adopción, calidad, efectos). De esa manera, hacer el proceso de elaboración de la encuesta y la identificación de los factores más participativo. De esa manera se mejoraría el diseño de la encuesta

2. Sobre los resultados e implicaciones

- 1) Pocas implicaciones o poco análisis de los estudios de evaluación presentes en la definición de políticas, investigación y transferencia. Los resultados son de escasa profundidad y poca visión holística para integrar el resultado final. Se da poco énfasis al análisis de implicaciones de los resultados.
- 2) Resultados no claros. Limitados por el tamaño de la muestra, superficiales cuando se utilizan muchas variables, complejos y difíciles de interpretar por las interacciones que se presentan. Implicaciones pobres.
- 3) Clientes no definidos. Es necesario identificar implicaciones y sus clientes. Incluir las implicaciones en los objetivos de los estudios. Difundir el uso de los resultados en diferentes niveles para la toma de decisión. No hay socialización de hallazgos con la comunidad de agricultores. Se requiere de más estudios para productores, que para los investigadores.
- 4) Los resultados deben ser divulgados en forma oportuna. Falta mayor difusión de resultados
- 5) Falta mayor interacción interdisciplinaria en la interpretación de los resultados. Extraer implicaciones en equipo multidisciplinario que incluyan a representantes de comunidades rurales, instituciones de investigación y/o extensión, instituciones de política sectorial, sector comercial (privado). Falta mayor interacción multidisciplinaria en IFA al momento del análisis de los resultados. Los resultados de los estudios de adopción deben discutirse en equipos multidisciplinarios antes de divulgarse. Los resultados deben analizarse con los técnicos y productores, para brindar mayor profundidad a las conclusiones
- 6) Hacer inteligible la terminología para los clientes. La información debe traducirse en términos apropiados para diferentes usuarios. Lenguaje inadecuado. Adaptar lenguaje al cliente. Cómo presentar resultados para que sean inteligibles para no especialistas, esto es, como hacerlos más claros y fáciles de entender.
- 7) Que los resultados sirvan para fortalecer la difusión de las tecnologías. Resultados que sirvan para orientar la transferencia. Los resultados de cada estudio son base para futuras planificaciones. Demostrar con la reinformación la bondad productiva de la variedad a la clientela
- 8) Resultados dados en radios de acción restringidos por la baja disponibilidad de recursos
- 9) Los estudios de adopción deben reflejar alguna medición del impacto. Para medir impactos, comparar comunidades con investigación en fincas con resultados censales. Después de estudios de adopción, efectuar estudios de impacto en casos específicos (exitosos en adopción).
- 10) Los estudios sobre frijol son muy puntuales. Falta un enfoque de sistemas (no se debe analizar sólo las tecnologías de variedades).

3. Necesidades de investigación futura y capacitación

3.1 Necesidades de investigación futura

Seguimiento y registro detallado de los costos de la ejecución del proyecto de investigación para su posterior evaluación económica.

Falta de seguimiento y evaluación de los casos.

Propiedad de la tierra: factor de adopción de CSA sí o no?

Tenencia-crédito

Investigar a profundidad los porcentajes de influencia en la adopción.

No evaluar rentabilidad ligada a la adopción de tecnologías

Es importante cuantificar los costos de oportunidad para los investigadores, así como también para la sociedad.

Oportunidades perdidas por tecnología

Ausencia de factores institucionales

No contempla la relación beneficio/costo de tecnologías

3.2 Necesidades de capacitación

En forma casi unánime, todos los grupos de trabajo coincidieron en la necesidad de capacitación sobre los métodos usados para medir la adopción e impacto de nuevas tecnologías, así también sobre las formas de difundir los resultados e implicaciones de este tipo de estudios. A continuación se describen las principales recomendaciones sobre la forma de esta capacitación, su contenido y a quienes debería estar dirigida

- 1) Dirigida a investigadores - extensionistas, socioeconomistas y niveles decisorios institucionales
- 2) Modulación conceptual, empírica y técnicas de prueba y su interpretación. Capacitación, talleres. Modelos conceptuales y de econometría, mejor desarrollo de hipótesis para poder probar y destacar resultados e implicaciones.
- 3) Profundizar capacitación conceptual - metodología actual de estudios de adopción e impacto teóricos-prácticos con estudios realizados.
- 4) Capacitación sobre: Análisis económicos, modelos de simulación, uso de SIG
- 5) Factores que inciden en la toma de decisión de los agricultores (patrones de conocimiento y conducta)
- 6) Patrones del conocimiento y conducta de los agricultores para el cambio tecnológico.
- 7) Métodos alternativos para realizar estudios de adopción (concepto, métodos, procesamiento e interpretación)
- 8) Capacitación e intercambio sobre métodos de adopción, para ONG y organizaciones gremiales que también evalúan adopción tecnológica.
- 9) Falta más capacitación sobre modelos de simulación, análisis de interacciones, costo, beneficio, rentabilidad de un conjunto de prácticas, manejo integrado de cultivo. el uso de modelos. Cálculo del índice de adopción
- 10) La metodología de adopción debe ser más difundida entre investigadores y extensionistas.
- 11) Existe necesidad de capacitación en análisis de datos en estudios de adopción.
- 12) Es necesario enfatizar la generación y transferencia en técnicas de conservación

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Estrategias a mediano y largo plazo

- 1) Necesidad de una visión a largo plazo e interdisciplinaria.
- 2) Conclusiones o recomendaciones han definido o corregido líneas de investigación apropiadas.
- 3) Es importante tener una estrategia en el manejo de incentivos.
- 4) Sostenibilidad. La conservación de suelos es compleja por número de prácticas y porque hay efectos a largo plazo. Hacer compatibles beneficios de corto y largo plazo. Vincular productividad y conservación. Vincular conservación con productividad, o sea, relacionar CSA con efectos - resultados - impacto.
- 5) Intervenciones. Falta mayor apoyo de las entidades estatales. Necesidad de efectuar talleres para divulgar implicaciones de estudios de adopción. Las tecnologías conservacionistas por su alto costo y poca divisibilidad requieren intervenciones formales para transferencia y difusión. Los resultados deberían usarse para promover eventos sobre la importancia de hacer CSA ej. Ver otros casos exitosos de CSA y organizar eventos sobre estos.
- 6) Participación. Incorporar más el "conocimiento local" en las instancias de investigación potenciar interacciones investigadores - agricultores. Los estudios de adopción deben permitir orientar programas, proyectos de investigación - transferencia de tecnología. El sistema no puede estudiarse como un todo organizado, sino debe estudiarse en cada una de sus componentes aunque se debe tener la percepción general. Identificar las practicas de mayor aceptación, lo que permite profundizar la transferencia. Profundizar (participativamente) combinación de practicas y razones para no adoptar. Métodos participativos como preludeo a estudios mas formales. Método de entrevista más método participativos son o pueden ser mas eficaces para medir adopción. Identificadas preferencias tecnológicas y razones de adopción (participativamente). Información adecuada y demostraciones participativas son las claves para lograr una tasa de adopción alta.
- 7) Diseño de tecnologías. Afinar dominios de recomendaciones. Medida de la importancia del cambio. Redefinir prioridades de investigación
- 8) Diseño de políticas Identificar instrumentos apropiados (subsídios, incentivos, precios, etc.). Impacto de las políticas macroeconómicas. Modificar asignación de recursos

4.2 Características generales de los estudios

- 1) Balance cuanti-cualitativo.
- 2) Profundizar en factores que inciden en adopción y no adopción. Mostrar los factores que inducen al sesgo

- 3) **Componente de seguimiento y evaluación de los proyectos y programas continuos y pertenecer a una estrategia nacional de evaluación de investigación y transferencia. Como hacer estudio de monitoreo (largo plazo). Impacto, seguimiento.**
- 4) **Estudios de adopción deben contemplar evaluación económica y contribuir a la transferencia de tecnologías apropiadas.**
- 5) **Qué es más importante. Pocos agricultores aplicando en grandes áreas o muchos en pequeñas?**

4.3 Problemas

- 1) **Poco uso de los resultados. Qué hacer?. Falta de conciencia a nivel político sobre la adopción de tecnología**
- 2) **Estudios de adopción con muestras no representativas pueden ser mal usados por los políticos.**
- 3) **Estudio más a fondo de factores de política relacionados con la adopción de tecnología.**
- 4) **Difícil tomar decisiones generales a partir de estudios específicos de áreas y producciones.**
- 5) **La vida útil de una variedad no coincide con el tiempo en que se adopta**
- 6) **Posibles dificultades para incidir en transferencia y políticas a nivel intermedio.**
- 7) **Cómo van a influir las políticas de descentralización y asistencia técnica no estatal en la no adopción?**

4.4 Resumen de la discusión final

PROBLEMAS	SOLUCIONES
Selección de factores	
Copia de factores	Marco Conceptual <ul style="list-style-type: none"> • Uso de información secundaria para seleccionar los factores • En la definición de los factores deben hacerse con criterio multidisciplinario. • Falta definir un marco conceptual apropiado/específico • Elaborar hipótesis por cada factor incluido • Deben hacerse en función de los objetivos
Falta de capacitación para seleccionar factores	Capacitación específica en seleccionar factores

PROBLEMAS	SOLUCIONES
Características de los resultados	
<p>Orientar el análisis de los resultados hacia el mercado Limitada incidencia en la realidad campesina</p> <p>Estudios responden a demandas</p> <p>Se debe hacer que los resultados sean más accesibles a otros sectores involucrados en GTTA.</p>	<p>Visión multidisciplinaria</p> <p>Priorizar los resultados según el interés para el estudio</p>
Falta de manejo de las interacciones	Capacitación sobre nuevos modelos
Interpretación de los resultados	
<p>Poca credibilidad en los estudios de adopción</p> <p>Falta de metodología de análisis de interacciones o apropiación</p> <p>Deficiente comunicación entre disciplinas</p>	<p>Interpretación multidisciplinaria (técnico)</p> <p>Mejorar capacidad de diálogo multidisciplinario</p> <p>Mayor uso de metodología de trabajo en equipo</p>
<p>Resultados difíciles de interpretar</p> <p>Falta de confirmación de resultados sorprendentes</p>	<p>Retroalimentar los resultados obtenidos con sondeos posteriores</p> <p>Los resultados deben discutirse con la participación de la mayoría de los actores que participan en el proceso de adopción</p> <p>Priorizar resultados por la aplicabilidad de los mismos</p>
Falta de manejo de las interacciones	Capacitación sobre nuevos modelos
Profundidad en la interpretación de la no adopción	Hacer énfasis en las causas que limitan la adopción
Divulgación de los resultados	
<p>Resultados poco entendibles a una clientela diversificada.</p> <p>Resultados entendibles a la clientela.</p> <p>Poco uso de los resultados</p> <p>Poco apoyo logístico.</p>	<p>En forma eficiente en función de:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tiempo 2. Usuario del producto <p>Diversos productos de acuerdo audiencia</p> <p>Devolución (retroalimentación eficiente)</p> <p>Eficiente (tiempo)</p> <p>Diferenciar investigación científica de la práctica</p> <p>Uso de medios o entidades especializadas en divulgación</p>
Poca información sobre localización de los resultados	<p>Cetros de documentación especializados</p> <p>Realizar eventos nacionales, regionales para conocer experiencias de adopción.</p>

ANEXO

A.1 PROGRAMA

Lunes 1 de diciembre

- 08:00 - 08:30 Inauguración del Seminario Taller.
08:30 - 09:15 Conferencia: "Adopción, Difusión y Aceptabilidad. ¿Qué son y cómo medirlas?" **Gustavo Sain (CIMMYT)**.
09:15 - 10:00 Conferencia: "Cambio técnico y uso de la tierra entre los pequeños campesinos." **Melinda Smale (CIMMYT)**.
10:00 - 10:30 Receso para café
10:30 - 11:15 Conferencia: " Cambio técnico e inversión en investigación agrícola. La experiencia latinoamericana." **Jorge Ardila (IICA)**.

Resumen de Experiencias: Variedades mejoradas y semilla Moderador: Lic. Adys Pereira

- 11:15 - 12:15 *Programa Regional de Maíz.*
Caso: Adopción y uso de semilla mejorada de maíz entre pequeños agricultores del sudeste de Guatemala. (**Gustavo Sain**)
Caso: Adopción y uso de semilla mejorada de maíz en la costa sur de Guatemala. (**Julio Martínez**)
Caso: Factores que influyen en la adopción de variedades de maíz tolerantes al achaparramiento en el oeste de Nicaragua (**Mario Jauregui**)
- 12:30 - 14:00 Receso para el almuerzo
14:00 - 15:30 *Programa Regional de Frijol.*
Caso: Adopción de la Variedad de Frijol CENTA Cuscatleco en la Región Occidental de El Salvador. (**Abelardo Viana**)
Caso: Adopción de la variedad Dorado región Centro-Oriental de Honduras. (**Abelardo Viana**)
Caso: Adopción de las variedades Estelí 90A, 90B y 150 en Las Segovias, Nicaragua. (**Roberto Munguía**).
Caso: Impacto de la investigación en frijol en Jutiapa, Guatemala 1991-1996. (**Julio Martínez**)
- 15:30 - 16:00 Receso para Café
16:00 - 17:00 Discusión plenaria
Resumen de los problemas, resultados e implicaciones

Martes 2

- 08:00 - 08:45 Conferencia: " La Incorporación del Conocimiento "Local" del Agricultor en los Estudios de Adopción de Tecnología." **Mauricio Bellón (CIMMYT)**..
08:45 - 09:30 Conferencia: " La experiencia de la Evaluación Participativa Por Beneficiarios (EPB), en el marco PASOLAC" **Elia Kuan y Bismarck Mendoza (PASOLAC)**.
09:30 - 10:00 Receso para café

Resumen de Experiencias: Labranza de conservación
Moderador: Dr. Greg Traxler

- 10:00 - 11:30 *PASOLAC*
Caso: Adopción de Prácticas de Conservación de Suelos y Pinos Agua en laderas, Cinco, Chinandega, Nicaragua (**Bismarck Mendoza**)
Caso: Producción y Conservación: Adopción de un paquete tecnológico en Condega, Esteli, Nicaragua (**Kai Schrader**)
Caso: El papel de los incentivos en la adopción de tecnologías de agricultura sostenible. El caso Guajiquiro y Opatoro, La Paz (Honduras) (**Kai Schrader**)
- 11:30 - 12:15 *Programa Regional de Maíz*
Caso: La adopción de labranza de conservación en el cultivo de maíz, en la región de Azuero, Panama (**Adys Pereira de Herrera**)
Caso: La adopción de tecnología de conservación del suelo del suelo en El Salvador: Vinculando productividad y conservación (**Gustavo Sain**)
- 12:15 - 12:45 Discusión plenaria
Resumen de los problemas, resultados e implicaciones
- 12:45 - 14:00 Receso para el almuerzo

Resumen de Experiencias: Leguminosas e Investigación en Fincas
Moderador: Dr. Mauricio Bellon

- 14:00 - 15:30 *Programa Regional de Maíz.*
Caso: Factores que influyen la adopción del sistema de abonera en el Litoral Atlántico de Honduras. (**Gustavo Sain**)
Caso: Productos de la investigación agrícola en San Andrés, Panamá. (**Rubén de Gracia**)
Instituto Tecnológico de Durango
Caso: Evaluación de la tecnología agrícola moderna desarrollada por el INIFAP y aplicada en la región de los Llanos de Durango (**Horacio González Ramírez**)
PROYECTO MAG-GTZ
Caso: Adopción de la transferencia y adopción de MIP en El Salvador (**Wilfredo Rubio Reyes**)
- 15:30 - 16:00 Receso para café
- 16:00 - 17:00 Discusión plenaria
Resumen de los problemas, resultados e implicaciones

Miércoles 3

- 08:00 - 08:45 Conferencia: "De sistemas de producción para autoconsumo a sistemas comerciales: La transformación de la agricultura asiática" **Prabhu Pingali (CIMMYT)**.
- 08:45 - 9:15 Conferencia: "Impacto de las tecnologías en América Latina", Proyecto BID-CIMMYT. **Greg Traxler (CIMMYT)**
- 09:15 - 10:00 Receso para café

10:00 - 10:30 **Discusión plenaria: Síntesis de los estudios de casos. Moderador: Monika Zurek**
 1.) Matriz de problemas y tecnologías
 2.) Matriz de factores y tecnologías
 3.) Implicaciones más importantes

10:30 - 12:00 **Discusión en grupos:**

 Grupo 1: Métodos y problemas (Moderador: Mario Jauregui)
 Grupo 2: Necesidades de investigación y capacitación (Moderador: Monika Zurek)
 Grupo 3: Implicaciones para transferencia de resultados (Moderador: Gustavo Sain).

12:00 - 13:30 **Receso para el almuerzo**

13:30 - 15:30 **Continuación de la discusión por grupos de trabajo, si necesario.**
 Presentación de los resultados de los grupos en plenaria

15:30 - 16:00 **Receso para el café**

16:00 - 17:00 **Discusión final**

19:00 **Coctel de clausura**

A.2 LISTA DE PARTICIPANTES

Nombre	País	Institución
Jorge Ardila	Costa Rica	IICA
Auxilio Atencio	Panamá	IDIAP/Panamá
Franklin Becerra	Panamá	IDIAP/Panamá
Mauricio Bellon	México	CIMMYT
Richard H. Bernsten	México	INIFAP
Jorge Bolaños	Guatemala	CIMMYT
Cristina Choto de Cerna	El Salvador	CENTA
Rubén de Gracia	Panamá	IDIAP/Panamá
Elio Durón	Guatemala	PRM
Guillermo Flores M.	Costa Rica	MAG
Horacio González	México	INIFAP-México
German Raúl Henríquez	El Salvador	MAG/GTZ
Henri Hocdé	Costa Rica	PRIAG
Andrés Ibarra	Panamá	IDIAP/Panamá
Hans G. P. Jansen	Costa Rica	Catie/Wageningen Ag. University
Mario A. Jauregui	Costa Rica	CIMMYT (Consultor)
Pedro Jiménez	Honduras	CIAT-Laderas
Ella Kuan	Nicaragua	PASOLAC
Gustavo López	Honduras	DICTA-SAG
Julio Martínez	Guatemala	ICTA-Guatemala
Mario Oscar Mazariego	El Salvador	CENTA
Bismarck Mendoza	Nicaragua	Universidad Nacional Agraria
Bernardo Mora	Costa Rica	FITTACORI-MAG
Roberto Munguía	Nicaragua	PASOLAC
Rocio Oviedo	Costa Rica	DIA-MAG
Omar Palacios	Nicaragua	COSUDE
Adys Pereira de Herrera	Panamá	Universidad de Panamá
Prabhu Pingali	México	CIMMYT-México
Laura Ramírez	Costa Rica	IICA-GTZ
Mamerto Reyes	Guatemala	ICTA
Lesbia Rizo	Nicaragua	INTA-Nic.
Roberto Rodríguez	El Salvador	IICA-Holanda/LADERAS C.A.
Wilfredo Rubio Reyes	El Salvador	CENTA
Gustavo E. Sain	Costa Rica	CIMMYT
Kai Schrader	Nicaragua	PASOLAC
Melinda Smale	México	CIMMYT-México
Arie Sanders	Costa Rica	CDR-ULA
Antonio Silva	Costa Rica	PRIAG
Greg Taxler	México	CIMMYT
Abelardo Viana	Guatemala	CIAT-PROFIJOL
Alfonso Vidal C.	El Salvador	POSTCOSECHA
Ricardo E. Villacorta R.	El Salvador	POSTCOSECHA
José Luis Zea	Guatemala	ICTA-Guatemala
Monika Zurek	Costa Rica	CIMMYT

**Esta edición se terminó de imprimir
en la Imprenta del IICA
en Coronado, San José, Costa Rica,
en el mes de julio de 1999,
con un tiraje de 200 ejemplares.**



