

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
SUBDIRECCIÓN GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

LA INVESTIGACIÓN ADAPTATIVA EN CAMPOS DE AGRICULTORES (ICA)
EN LA REGIÓN DE LA FRAYLESCA, CHIAPAS, MÉXICO: UN ANÁLISIS
DE RENTABILIDAD ECONÓMICA EN EL CONTEXTO DEL MANEJO
INTEGRADO DE LOS RECURSOS NATURALES.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico
Académico del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias
Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico
Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar por el
grado de

Magister Scientiae

por

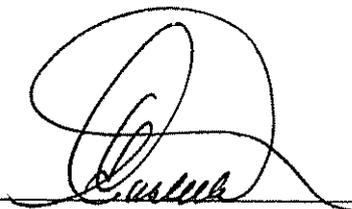
WALTER LOPEZ BAEZ

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Turrialba, Costa Rica
1991

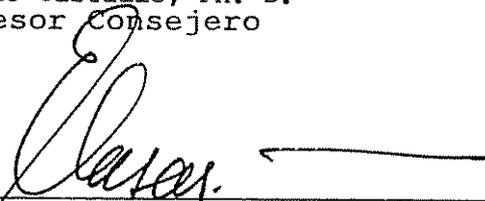
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:



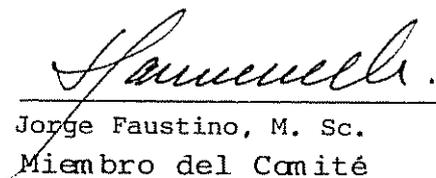
Sergio Castillo, Ph. D.
Profesor Consejero



Eduardo Casas, Ph. D.
Miembro del Comité



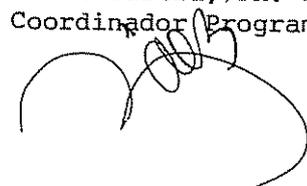
Fernando Ferrán, Ph. D.
Miembro del Comité



Jorge Faustino, M. Sc.
Miembro del Comité



Ramón Lastra, Ph. D.
Coordinador Programa Maestría



Walter López Baez
Candidato

DEDICATORIA

A MIS PADRES: Rafael López Bautista y Guadalupe Báez de López, quienes con su espíritu de fe inquebrantable me han enseñado que la superación personal y el temor a dios son una herencia invaluable en la vida. Muchas gracias padres...Dios los bendiga siempre.

A LA GORDA (SANDRY): con amor, por su apoyo incondicional en el transcurso de mis estudios.

A FALLITO: por su fortaleza ante nuestra separación.

A MIS HERMANOS: Orlando y familia, Rafael y familia, Australia y familia, Magally, Wilbert, Erwin e Irán; con cariño.

A LOS DRES. ROBERT TRIPP Y ALBERIC HIBON: por su inestimable y constante apoyo en mi superación y desarrollo profesional.

A MIS COMPANEROS: Alfredo Molinas y familia (Paraguay); Henry Garzón Sanchez (Colombia). Por los momentos de estrés y de satisfacción durante los estudios; siempre les recordaré.

AGRADECIMIENTOS

El autor manifiesta sus agradecimientos a las siguientes personas e instituciones:

A mi Profesor Consejero Sergio Castillo M. y Señora por sus valiosos consejos profesionales y familiares.

A los miembros del Comité Asesor: Eduardo Casas, Jorge Faustino Manco y Fernando Ferran, por sus aportes en la planeación y realización del trabajo.

A R. Tripp, D. Byerlee, M. Morris, M. A. López, Gustavo Saín, Miembros del Dpto. de Economía del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), por sus atinadas sugerencias en la planeación de la investigación e interpretación de los resultados.

Al Dr. Esteban Betanzos M. y Biol. Crisóforo Zamora S., Director y Subdirector del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Estado de Chiapas (CIFAP-CHIS,), por el apoyo logístico brindado durante la etapa del trabajo de campo realizado en México.

Al Ing. Ausencio Zamarripa Morán, Biometrista del CIFAP-CHIS, por su colaboración en la codificación, captura, análisis e interpretación de los datos de las encuestas.

A los Ings. Rubén de la Piedra C. y Robertony Camas Gómez, Investigadores del Campo Experimental Centro de Chiapas (CECECH), por sacrificar parte de sus actividades para apoyar la ejecución del trabajo de campo.

Al personal de apoyo del campo auxiliar Villaflores: Arturo Conde G., Gustavo Ramírez M., Ariosto Montero, Humberto Flores y Manuel Nabor; todos ellos fueron una pieza fundamental para el desarrollo del proyecto ICA de La Fraylesca y un ejemplo de cómo debe trabajar el personal de apoyo en los proyectos de investigación.

A mis compañeros Miembros del Consejo Estudiantil: Julio Tejada (Panamá), Gregorio Varela (Nicaragua), Celina Romero (El Salvador), Luis Corado (Guatemala), Alfredo Molinas (Paraguay), por sus gestiones en favor del bienestar de la comunidad estudiantil.

A los compañeros del Area de Manejo de Cuencas, por sus intercambios de experiencias.

Al INIFAP y CIMMYT, por el apoyo económico brindado para la realización de mis estudios de posgrado.

A la familia Ruíz Gurría, en especial a Edilberto Ruiz Gurría por su apoyo y atenciones brindadas durante la permanencia en el desarrollo del trabajo de campo en Chiapas.

A todos los agricultores maiceros de La Fraylesca, quienes con el sudor de su frente, hacen producir la tierra y de este modo hacer llegar las tortillas a la población urbana.

BIOGRAFIA

El autor nació el 22 de agosto de 1961, en la ciudad de Villahermosa, Tabasco, México.

Realizó estudios de vocacional en el Colegio de Bachilleres de Tabasco, Plantel No.1, donde obtuvo el título de Bachiller en Ciencias Físico-Matemáticas en el año de 1979.

En 1984 se graduó con tesis y examen profesional en el Colegio Superior de Agricultura Tropical, ubicado en H. Cárdenas, Tabasco, como ingeniero agrónomo, con especialidad en agricultura tropical.

Desde noviembre de 1984 laboró en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, INIFAP, organismo oficial de investigación, en México. Como investigador corresponsable de un proyecto de investigación adaptativa, desarrollado en la región de La Fraylesca, Chiapas, en convenio con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Participó en cursos de adiestramiento sobre los conceptos y procedimientos de la metodología de investigación adaptativa, seminarios, congresos de la ciencia del suelo y talleres de evaluación.

En 1989 el INIFAP y CIMMYT le otorgaron una beca para realizar estudios de Maestría en el Programa de Posgrado del Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, CATIE, y en agosto de 1991 recibió el título de Magister Scientiae en manejo integrado de los recursos naturales, con orientación en planificación y manejo de cuencas hidrográficas.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
BIOGRAFIA	vi
CONTENIDO	vii
RESUMEN	x
SUMMARY	xii
LISTA DE CUADROS	xiv
LISTA DE FIGURAS	xvi
LISTA DE ANEXOS	xvii
1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivos de la investigación	3
1.2. Hipótesis de trabajo	4
1.3. Justificaciones del estudio	4
2. REVISION DE LITERATURA	6
2.1. Diferentes tipos de investigación	6
2.2. El sistema nacional de investigación	7
2.3. Importancia de evaluar la investigación	10
2.4. Evaluación de la investigación	13
2.4.1. Naturaleza de la evaluación	13
2.4.2. Métodos de evaluación ex-post	13
2.4.3. Retornos a la inversión en investigación	15
2.4.4. La metodología de investigación (ICA)	17
3. EL PROYECTO DE INVESTIGACION EN CAMPOS DE AGRICULTORES (ICA) EN LA REGION DE LA FRAYLESCA.	21
3.1. Circunstancias Principales de los agricultores	22
3.1.1. Circunstancias agroclimáticas	22
3.1.2. Circunstancias socioeconómicas	22
3.1.3. Prácticas de los agricultores	23

3.1.4. Niveles de rendimiento	25
3.1.5. Problemas en la producción del maíz	25
3.2. Historia de las innovaciones tecnológicas generadas por el proyecto	25
3.2.1. El problema de acidez de suelos y sus causas probables	25
3.2.2. Estrategia de experimentación	26
3.3.3. La recomendación de encalado y uso de urea	27
4. METODOLOGIA Y MATERIALES	28
4.1. Punto de vista de la evaluación	29
4.2. Identificación y caracterización de los productos por ser evaluados	30
4.3. Estimación del flujo anual de costos de la investigación	32
4.4. Estimación del flujo anual de beneficios	33
4.4.1. Especificación de las curvas de oferta y demanda de la producción de maíz	33
4.4.2. Impactos del proyecto	35
4.5. Evaluación de las tecnologías en campos de los agricultores y su grado de difusión	38
4.6. Estimación del patrón anual de adopción	40
4.6.1. Alternativa de adopción uno	40
4.6.2. Alternativa de adopción dos	41
4.6.3. Alternativa de adopción tres	44
4.7. Medidas actualizadas del valor del proyecto	44
4.7.1. Valor actual neto (VAN)	44
4.7.2. Tasa interna de retorno (TIR)	45
4.7.3. Relación beneficio costo (B/C)	45
5. RESULTADOS Y DISCUSION	47
5.1. Evaluación de las tecnologías por los agricultores y su grado de difusión	47
5.1.1. Encalado de suelos	47

5.1.1.1. Evaluación por los agricultores	47
5.1.1.2. Difusión entre los agricultores	50
5.1.2. Uso de urea	55
5.2. Estimación del patrón anual de adopción	58
5.2.1. Alternativa de adopción uno	59
5.2.2. Alternativa de adopción dos	59
5.2.3. Alternativa de adopción tres	62
5.3. Los aumentos en rendimientos por el encalado	65
5.4. Los precios sociales	67
5.4.1. Precio social del maíz	67
5.4.2. Precio social de la cal	70
5.5. Los flujos de beneficios netos para el encalado	72
5.6. El flujo anual de costos de investigación	75
5.7. Los retornos a la inversión del proyecto	79
5.7.1. Retornos mínimos esperados en cada alternativa de adopción	80
5.7.2. Retornos potenciales esperados en cada alternativa de adopción	82
6. CONCLUSIONES	86
7. RECOMENDACIONES	88
7.1. Inherentes a la metodología y resultados del estudio	88
7.2. Relacionadas con la continuidad del proyecto de investigación	88
8. BIBLIOGRAFIA	90
9. ANEXOS	97

LOPEZ B., W. 1991. La investigación adaptativa en campos de agricultores en la región de La Fraylesca Chiapas, México: un análisis de rentabilidad económica en el contexto del manejo integrado de los recursos naturales. Tesis Mg. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 115 p.

Palabras claves: Investigación adaptativa, adopción-difusión de innovaciones, eficiencia económica de la inversión, recursos naturales.

RESUMEN

El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), ha desarrollado una Metodología de Investigación Adaptativa, denominada "Investigación en Campos de Agricultores" (ICA), la cuál resume un conjunto de conceptos y procedimientos metodológicos que tienen el objetivo de aumentar la eficiencia en los organismos nacionales de investigación, en su función de generar y transferir innovaciones tecnológicas relativas al manejo apropiado de los recursos naturales.

En México, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) y el CIMMYT han desarrollado proyectos colaborativos de investigación adaptativa. Sin embargo, aún falta medir la eficiencia potencial de esta metodología con evaluaciones tipo ex-post.

Este trabajo estimó a través de indicadores económicos, la eficiencia de los recursos invertidos en el proyecto de investigación adaptativa, ejecutado en "La Fraylesca", Chiapas. El análisis incorporó los impactos directos del encalado de suelos ácidos y uso de urea, en comparación con la inversión en generar y transferir dichas tecnologías.

A la información generada por el proyecto, se le adicionó una encuesta formal de adopción ("asimilación") y difusión de las tecnologías. De acuerdo con las instituciones regionales de extensión y crédito, se formularon tres alternativas de adopción para el caso del encalado de suelos.

Los beneficios netos por hectárea fueron estimados por el método del presupuesto parcial, usando la información proveniente de seis ciclos de ensayos, realizados en campos de agricultores representativos. El impacto en rendimiento es valorado a precio social, regional del maíz, considerando a México como importador de maíz y La Fraylesca como una región "exportadora" dentro del país.

Tanto en los costos como en los beneficios se usan precios constantes de 1990 (en pesos Mex.). El año base para actualización fue 1983 y se usó como tasa de descuento 15%.

Los principales resultados indicaron que:

1) asumiendo que no habrá más adopción que las 2.231 hectáreas encaladas hasta el año de 1991, los retornos económicos no superan la inversión hecha en la ejecución del proyecto. Por otro lado, la superficie mínima que se debe encalar para superar la inversión en el año de 1992, es de 2.210 hectáreas.

Potencialmente, las tres alternativas de adopción consideradas, superan la inversión. El valor actual neto varía de 1.193.870 a 5.035.106 mil pesos; la tasa interna de retorno de 23,1 a 41,4% y; la relación beneficio-costos de 3,28 a 5,6. Es conveniente para el estado seguir invirtiendo en el programa de encalado de suelos en los próximos años.

2) Los beneficios asociados con la inversión del proyecto, están respaldados por el alto grado de aceptación y difusión de las innovaciones por parte de los agricultores. En efecto, 90% de los productores están de acuerdo en solicitar crédito para encalar una parcela. Además 86% de los agricultores que aún no han usado el encalado, tienen conocimiento de los efectos de esta tecnología.

3) Para lograr un aprovechamiento sostenido del suelo en la región, son necesarias otras actividades que propugnen por conservar y recuperar su capacidad productiva.

LOPEZ B., W. 1991. The adaptive research in farmers fields in "La Fraylesca" Chiapas region, Mexico: analysis of the economic returns in the integrated management of natural resources context. Mg. Sc. Thesis. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 155 p.

Key Words: Adaptive research, innovation adoption-diffusion, economic efficiency of the investment, natural resources.

SUMMARY

The International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), has developed an Adaptive Research methodology, denominated "Research in Farmers Fields" (ICA), which resumes a group of concepts and methodology procedures whose objective is to increase the efficiency of the national research institutions, in its role to generate and transfer innovative technologies related to the appropriate management of natural resources.

In Mexico, the Natural Forest and Agriculture Research Institution (INIFAP) and CIMMYT have developed collaborative projects in adaptive research. However, there is yet a lack in measuring the potential efficiency of this methodology with "ex-post" evaluations.

This work was estimated through economic indicators, the efficiency of the investment in the adaptive research project, executed in "La Fraylesca", Chiapas. The analysis incorporated the direct impacts of the liming on acid soils and the use of urea, compared with the investment to generate and transfer the mentioned technologies.

A formal adoption (assimilation) inquiry and diffusion of the technologies was added to the information given by the project. In accordance with the extension and credit regional institutions, three alternatives of adoption were formulated for the liming of the soils.

The net benefits by hectare, were estimated by the partial budget method, using the information from six essay cycles, accomplished on representative farmers fields.

The yield impact is valued on a social regional price of the maize, considering Mexico as a maize importer and La Fraylesca as an "exporter" region within the country.

Both in costs as in benefits the constant prices for 1990 were used, (in Mexican pesos). The base year for actualization was 1983 and it was used with a 15% discount rate.

The principal results indicated the following:

1) Assuming that there will be no more than the 2.231 hectares treated with lime until 1991, the economic returns does not exceed the investment made in the execution of the project. On the other hand, the minimum surface that should be lime to exceed the investment in 1992, is of 2.210 hectares.

Potentially, the three adoption alternatives considered exceed the investment. The actual net value varies from 1.193.870 to 5.035.106 thousand pesos; the internal rate of return from 23,1 to 41,4%; and the cost-benefit relation from 3,28 to 5,6. It is convenient for the government to continue investing on the liming of soils for next years.

2) The associated benefits with the investment of the project, are supported with a high grade of acceptance and innovation diffusion by the farmers. In fact, 90% of the producers are in accordance with requesting credits to lime a parcel. Besides, 86% of the farmers that still haven't used the lime, have knowledge of the results of this technology.

3) In order to reach a sustainable utilization of the soil in the region, other activities to impulse conservation and recovery of soils productive capacity are required.

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Contribución de la investigación agrícola a la economía.	16
2	Importancia del cultivo de maíz en México y en La Fraylesca, Chiapas.	33
3	Tecnologías generadas por el proyecto ICA, en la región de La Fraylesca Chiapas. 1983-89.	35
4	Experiencia del agricultor con el encalado de suelos. (N=28).	48
5	Difusión del encalado de suelos entre los agricultores que no lo han usado. (N=21).	51
6	Características de la asesoría técnica oficial otorgada a los agricultores.	52
7	Prueba estadística con respecto a la decisión de solicitud de crédito.	54
8	Opinión de los agricultores sobre uso de urea.	57
9	Superficie (en hectáreas) encalada, con la alternativa de adopción uno.	60
10	Superficie encalada (en hectáreas), con la alternativa de adopción dos.	62
11	Superficie (en hectáreas) encalada, con la alternativa de adopción tres.	63

12	Efecto del encalado de suelos sobre el rendimiento de grano de maíz (ton/ha).	66
13	Saldo neto de los Estados a los que se exporta maíz procedente del Estado de Chiapas. Datos de 1985.	68
14	Beneficios netos por hectárea por la adopción del encalado. (1000 de pesos Mex. de 1990). 1990-93.	73
15	Recursos humanos que participaron en el desarrollo del proyecto ICA de La Fraylesca.	75
16	Resumen de los gastos del proyecto ICA en la Fraylesca. (Miles de pesos Mex. de 1990).	76
17	Medidas actualizadas según alternativa de adopción en el año en que se pagan los costos del proyecto.	83
18	Valores potenciales estimados de las medidas actualizadas del valor del proyecto.	84

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Presupuesto de investigación agropecuaria en México.	9
2	Expresión gráfica de los excedentes económicos.	15
3	Esquema metodológico de la investigación ICA.	19
4	Ubicación geográfica del área de estudio.	24
5	Las etapas del proceso de evaluación.	29
6	Productos generados por la implementación del proyecto ICA en La Fraylesca, Chiapas.	31
7	Expresión gráfica de la curva logística.	42
8	Curvas de adopción del encalado de suelos.	64
9	Curvas de beneficios netos.	74
10	Distribución costo total del proyecto ICA.	77
11	Distribución costos de generación.	77
12	Distribución costos del INIFAP.	77
13	Flujo de costos del proyecto.	78

LISTA DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Principales participantes en el proyecto ICA de La Fraylesca, Chiapas.	98
2	Resumen de actividades de generación y transferencia de tecnología realizadas por el proyecto ICA, en la Fraylesca. 1983-90.	99
3	Principales causas del problema acidez y/o toxicidad de aluminio.	100
4	Resultados resumidos de la estrategia experimental seguida para resolver el problema acidez/saturación de aluminio. 1983-90.	101
5	Importación neta de maíz en México	104
6	Regulación del mercado de maíz en México.	105
7	Tipo de cambio real en México, 1950-90. Base 1975-77 (pesos/dolar).	106
8	Precio paritario de importación de maíz a nivel de La Fraylesca, Chiapas, México. 1990.	107
9	Ejemplo del cálculo del flujo de beneficios (1000 pesos Mex.) del encalado. Caso alternativa de adopción dos (curva logística).	108
10	Costos del proyecto ICA, la Fraylesca Chiapas, México. 1983-90. (1000 pesos Mex. corrientes).	109

11	Costos del proyecto ICA, La Fraylesca, Chiapas, México. 1983-90. (1000 pesos Mex. constantes de 1990).	110
12	Retornos obtenidos únicamente con la superficie encalada hasta 1991.	111
13	Retornos esperados al encalar en 1992 una superficie de 2.208 hectáreas.	112
14	Flujo de beneficios incrementales netos (1000 de pesos Mex.) y medidas actualizadas del valor del proyecto con la alternativa de adopción uno.	113
15	Flujo de beneficios incrementales netos (1000 de pesos Mex.) y medidas actualizadas del valor del proyecto con la alternativa de adopción dos.	114
16	Flujo de beneficios incrementales netos (1000 de pesos Mex.) y medidas actualizadas del valor del proyecto con la alternativa de adopción tres.	115

1. INTRODUCCION.

Actualmente existe el consenso generalmente aceptado, que la investigación sobre el uso y manejo integrado de los recursos naturales constituye uno de los requisitos básicos para lograr el rápido crecimiento y desarrollo silvoagropecuario sostenido en cualquier país.

El objetivo de todo programa de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria y forestal es la generación de técnicas de producción, que al ser difundidas y adoptadas por los productores resulten en una expansión en el volumen de producción, en el mejoramiento de la calidad del producto, en una combinación más eficiente de factores de producción y en un mejor uso, manejo y conservación de los recursos naturales existente en una unidad de planificación. Casas y Castillo (s.f.). En consecuencia, el resultado obtenido se refleja en incrementos de los beneficios netos, en el nivel de ingreso y en el bienestar de la población rural y por su efecto multiplicador de externalidades en la sociedad en general.

Todo tipo de investigación requiere inversiones cuya recuperación ocurre en el futuro. La evolución negativa de la asignación presupuestaria para gastos de investigación a partir de la década de los años 80, en América Latina y el Caribe, se ha constituido un elemento crítico para cualquier esfuerzo tecnológico futuro. Trigo y Rustein (1989).

A partir de 1982, la situación económica general prevaleciente en México ha inducido una relativa escasez de financiamiento disponible para la investigación.

En 1983 el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) en convenio con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), decidieron explorar mediante proyectos colaborativos, la utilidad potencial de los conceptos y procedimientos de la

Investigación Adaptativa en Campos de Agricultores (ICA) para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos del instituto, a la vez que se incorporaran y mejoraran las condiciones regulares del manejo de los recursos naturales en la finca.

La región de La Fraylesca, en Chiapas, México, fue seleccionada para iniciar uno de estos proyectos. En esta región se pretendía encontrar soluciones factibles a un problema de degradación de la fertilidad del recurso suelo, que estaba limitando la productividad sostenida del cultivo de maíz y, por ende el nivel de ingreso de los agricultores.

El objetivo del proyecto a largo plazo, es lograr un uso y manejo apropiado del recurso suelo sin deteriorar sus características físicas y químicas, para que pueda ser aprovechado en forma integrada y sostenida, considerando su interrelación espacial y temporal con los demás recursos.

Durante la primera fase del proyecto surgieron dos innovaciones tecnológicas: 1) el encalado para disminuir la acidez actual (presente en aproximadamente en 33.500 ha) y aumentar lógicamente la productividad de los suelos; y 2) el uso de urea, como fuente de nitrógeno más económica y a la larga, menos acidificante que el sulfato de amonio.

A pesar de que las tecnologías generadas por el proyecto son bastantes promisorias para los agricultores en el área de influencia, existe la impresión entre los investigadores y administradores de los centros de investigación, que ha resultado costoso implementar el ICA en la región, dado que la mayoría de las actividades se realizan en las parcelas de los agricultores, los técnicos residen en las áreas de trabajo y existe la posibilidad real, que algunos ensayos se pierdan por circunstancias naturales. Los costos de viajes e insumos se incrementan y presionan aún más los escasos recursos de las instituciones de generación y transferencia de tecnología.

Este trabajo de investigación realizado con motivo de tesis intenta responder a esta interrogante, preparando un

análisis de los retornos económicos de los recursos de investigación invertidos a la fecha en el proyecto, para la generación y transferencia de las nuevas recomendaciones tecnológicas.

Los resultados obtenidos podrán ser utilizados como patrones de referencia (con cierta probabilidad de ocurrencia), para la planeación de futuros proyectos de generación de tecnologías sobre el manejo integrado y sostenible de los recursos naturales.

1.1. Objetivos de la investigación

Objetivo general:

Contribuir con el proceso de evaluación relacionado con la utilidad potencial de los conceptos y procedimientos de la "Investigación Adaptativa en Campos de Agricultores" (ICA) dentro del INIFAP. Así mismo, proporcionar indicadores económicos de utilidad para la planeación de futuros proyectos de investigación sobre el manejo integrado y sostenible de los recursos naturales.

Objetivos específicos.

Con base en el impacto de los componentes tecnológicos generados durante el desarrollo del proyecto ICA (1983-90), se plantearon los siguientes objetivos específicos:

i) Determinar la asimilación y difusión del encalado de suelos y el uso de urea por parte de los agricultores,

ii) Determinar los retornos sociales a la inversión realizada por la sociedad en el proyecto ICA, considerando únicamente los ajustes de las cuentas financieras más relevantes.

1.2. Hipótesis de trabajo.

i) Los agricultores han asimilado y difundido las prácticas del encalado de suelos y uso de urea.

ii) Desde una perspectiva económica, la inversión en recursos en la ejecución del proyecto ICA es rentable para la sociedad, en su conjunto.

1.3. Justificaciones del estudio.

Debido a la importancia que tiene para los organismos de investigación en México, el análisis de los retornos económicos a la inversión hecha en el desarrollo del proyecto de investigación adaptativa en la región de La Fraylesca Chiapas, el presente trabajo de investigación se justifica con base en :

i) Dado que la mayoría de los proyectos de investigación compiten por los recursos con otros proyectos de desarrollo, ya sea del sector agrícola o de otros sectores de la economía, es necesario realizar una evaluación socioeconómica de cada uno, para identificar indicadores que orienten la toma de decisión sobre la conveniencia de su ejecución.

Además se deberá señalar claramente, cómo la investigación podría contribuir a los objetivos de desarrollo beneficiando, a los pequeños agricultores, creando nuevas oportunidades de empleo, incrementando el ingreso nacional y comercio exterior entre otros. Sfeir-Younis (1985).

ii) Ante la escasez de recursos que enfrenta el INIFAP para realizar investigación en México, éste organismo de investigación agropecuaria y forestal debe ser eficiente y demostrar claramente la rentabilidad del trabajo que realiza. En este sentido, parece conveniente medir en forma sistemática la magnitud y los efectos de las tecnologías que se vayan generando, validando y transfiriendo a los productores, para mantener una base de datos valiosa para

orientar la labor de las entidades encargadas de generar y divulgar novedades técnicas.

iii) En México ya existen métodos y experiencias de investigación adaptativa. Sin embargo, para lograr institucionalizar este tipo de investigación, falta todavía cuantificar de manera ex-post la eficiencia potencial del método ICA. Para ello se requiere primeramente, realizar estudios para medir la tasa y secuencia de la adopción de las tecnologías y posteriormente cuantificar los retornos económicos a la inversión hecha en estos proyectos.

iv) Esta investigación permitirá obtener referencias útiles para la planeación de futuros proyectos de generación y transferencia de tecnologías sobre el manejo integrado y sostenible de los recursos naturales. En éstos existe un alto grado de incertidumbre, no sólo en cuanto al proceso de generación de tecnología, sino también en cuanto a los procesos de difusión y adopción y consecuentemente, en la rentabilidad social de la inversión.

2. REVISION DE LITERATURA.

2.1. Diferentes tipos de investigación.

Los tipos de investigación pueden clasificarse en distintas formas y se pueden usar diferentes términos. Sin embargo, la terminología sugerida por el Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional (CGIAR), es la siguiente: investigación básica, estratégica, aplicada y adaptativa. En la realidad existe un continuum entre los cuatro tipos. ISNAR (1986).

La investigación básica tiene como finalidad explorar las fronteras de la ciencia; se desarrollan nuevas teorías, nuevos conocimientos y nuevos procedimientos de investigación; es de poco interés para aplicarse inmediatamente a la producción comercial y no hay impacto directo a nivel de finca. Algunas áreas de este tipo de investigación en agricultura son la fotosíntesis en las plantas, genética celular y biología molecular. Traxler (1990).

La investigación estratégica se orienta a la solución de problemas específicos y puede incluir componentes básicos, aplicados y adaptativos; por ejemplo, una técnica para detectar genes de enanismo en semillas de trigo.

La investigación aplicada tiene como finalidad crear nuevos productos y/o tecnologías, utilizando las teorías y los procedimientos de la investigación básica. Traxler (1990) menciona que las empresas privadas, a través de sus investigaciones han originado algunos productos como maquinarias o herbicidas, jugando un importante papel en este tipo de investigación. El mejoramiento genético o una práctica de preparación de suelo totalmente nueva, son

ejemplos de investigación aplicada.

Finalmente, la investigación "adaptativa" tiene como finalidad generar la tecnología necesaria para grupos de agricultores bien definidos, dentro de regiones específicas.

Está enfocada a resolver problemas prioritarios de esos agricultores con un constante esfuerzo para desglosar problemas, causas y soluciones; con el objetivo central de que mediante la adopción, lo más rápidamente posible de las tecnologías, los agricultores de la región específica puedan incrementar su productividad. Hibon (1988).

Por ejemplo, una variedad de maíz desarrollada en la parte central de México, puede ser candidata para difundirse en áreas montañosas de América del Sur, pero será necesario realizar experimentos adaptativos para determinar la fecha de siembra y la densidad de población, apropiadas para las condiciones de temperatura y precipitación en cada zona ecológica. Traxler (1990).

En resumen, la investigación "adaptativa" tiene las siguientes características específicas, que la diferencian claramente de los otros tipos de investigación: 1) se enfoca a un área específica, bien definida; 2) se da prioridad a soluciones factibles para problemas prioritarios; 3) se investiga con una perspectiva de sistema, pero en forma restringida, y 4) la mayoría de las actividades se realizan en campos de los agricultores, bajo condiciones representativas. Hibon (1988).

El proyecto de Investigación en Campos de Agricultores ICA, desarrollado en La Fraylesca, Chiapas, y que es objeto de este estudio, se enmarca precisamente dentro de este último tipo de investigación.

2.2. El sistema nacional de investigación.

El INIFAP, es el organismo oficial de investigación silvoagropecuaria de México. Tiene como propósito fundamental

incrementar la productividad, conservar y desarrollar los recursos naturales, reducir los riesgos escapando o minimizando al efecto de los factores adversos y aprovechar de manera racional y eficaz las particularidades de cada ecosistema incluido el hombre. Betanzos (1990).

En su unidad estructural cuenta con una oficina matriz, 34 centros estatales y seis centros nacionales de investigación disciplinaria. La unidad funcional esta constituida por 46 redes de investigación y unidades de planeación, programación y evaluación. (Unidad de Difusión Técnica CIFAP-CHIS, comunicación personal)

El sistema de investigación mexicano ocupa el segundo lugar en América Latina, en términos de los costos totales invertidos. Del total de los costos de investigación que se han hecho en el sector público en América Latina, México ha gastado 6% en 1959 y 15% en 1980. Estos gastos corresponden al 0,75% del producto nacional bruto de 1980 y ubicaron a la nación dentro del promedio de los países semi-industrializados del mundo. Gonzales (1986), Evenson (1987), citados por Traxler (1990).

Los recursos dedicados a nivel nacional, a la investigación silvoagropecuaria han fluctuado considerablemente (ver Figura 1).

Durante el periodo de 1962-67 se registraron tasas de crecimiento del orden de 12.8%. Sin embargo, a pesar del fuerte aumento de recursos, los gastos públicos para la investigación silvoagropecuaria y los servicios de extensión siguieron constituyendo solo una pequeña proporción del total de los gastos del gobierno. Después del descubrimiento de las grandes reservas petroleras en la década de los años 70, el incremento fue mucho más significativo.

A partir de la crisis de 1982, restricciones presupuestales resultantes de políticas de austeridad dirigidas a eliminar el déficit público, los menores ingresos gubernamentales por la caída de los precios del petróleo y las mayores tasas de interés, disminuyeron fuertemente el

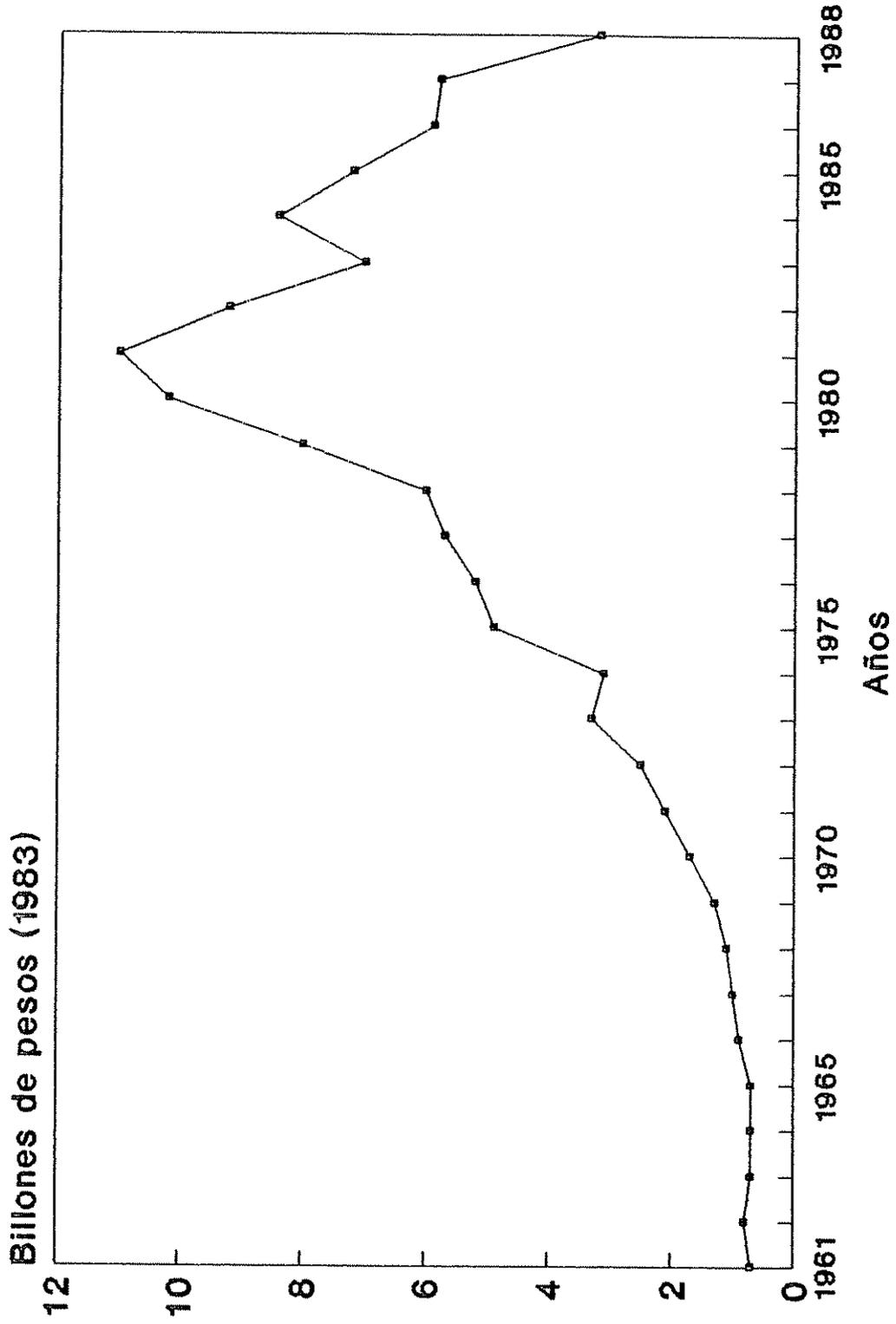


Fig 1. Presupuesto de investigación del INIFAP en México.

monto de recursos que el gobierno mexicano destina a programas sectoriales como la agricultura.

Según Luiselli (1988), el presupuesto de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) se redujo en 1985, en un 13% en relación con el del año anterior.

En consecuencia, se ha señalado como un desafío institucional la continuidad del financiamiento de la investigación silvoagropecuaria en el país.

Entre 1982 y 1987 el presupuesto total del INIFAP, disminuyó 57% en términos reales, o sea 17% más que el presupuesto de la SARH durante el mismo periodo. Hibon (1990).

El rápido aumento y descenso de los recursos, han ubicado a los administradores de la investigación en una posición difícil. En los años de auge el personal científico creció significativamente, en consecuencia, actualmente un presupuesto de operación extremadamente pequeño está disponible para la investigación. Para 1988 se estimó que más del 90% de este presupuesto se gastó en salarios del personal. Hibon (1990).

2.3. Importancia de evaluar la investigación.

El fracaso generalizado a lo largo de las últimas tres décadas, en mantener el crecimiento de la producción en proporción adecuada con los aumentos de población, constituye una preocupación de envergadura por las dimensiones que podría alcanzar esta diferencia a largo plazo.

El aumento demográfico y las presiones económicas para intensificar la producción agrícola con el propósito de obtener ganancias inmediatas y el manejo inadecuado de los recursos naturales, exigen una mayor demanda por el uso de los mismos. En consecuencia, para aumentar el área de terreno disponible se ha recurrido a áreas frágiles y de ladera para aumentar la producción.

Los recursos naturales se están degradando por un inadecuado aprovechamiento. El agotamiento y la contaminación de los cursos de agua y la pérdida acelerada de los suelos junto a otros efectos adversos, socavan peligrosamente la base de recursos imprescindibles para el progreso humano.

Aunque los factores determinantes de esta tendencia son variados, es posible resaltar dos tipos de problemas que tienen claras implicaciones con respecto al esfuerzo de investigación y desarrollo tecnológico requerido en el futuro, para estabilizar y superar los graves problemas de deterioro de la base de recursos naturales. Por un lado, el desplazamiento de la demanda de alimentos resultante del proceso de urbanización y por otro, el relativo fracaso en intensificar la producción y desarrollar tecnologías adecuadas para los pequeños productores y los productos tradicionales que permitan un aprovechamiento sostenido de los recursos. Trigo y Rustein, (1989).

Los mismos autores señalan que los presupuestos del sector público destinados a la investigación aumentaron rápidamente en el período comprendido entre 1962-77. En los 15 países de América Latina sobre los que se dispone de información, la tasa anual de crecimiento de los gastos de investigación alcanzó un promedio de 6,4% en términos reales.

Sin embargo, la evolución negativa de la asignación presupuestaria para gastos de investigación a partir de la década de los años 80 en América Latina y el Caribe, se ha constituido un elemento crítico para cualquier esfuerzo tecnológico futuro. Trigo y Rustein, (1989).

Cuando el capital, como factor de producción es escaso, impone la obligación de averiguar si los recursos asignados a la investigación como empresa, están siendo bien usados. En este sentido se hace necesario aplicar un criterio económico que permita estimar los beneficios de la investigación, relacionarlos con los costos y averiguar el nivel de rentabilidad. Ardila (1978).

Este criterio es compartido por Marull (1981), quien señala que donde quiera que la investigación agrícola participe como motor de progreso en un país, parece conveniente medir en forma sistemática la magnitud y los efectos de la tecnología que se vaya transfiriendo a los productores. A través de este mecanismo, se conseguiría una información valiosa para orientar y juzgar la labor de las instituciones cuyas misiones son respectivamente, generar y divulgar las innovaciones tecnológicas.

Casas y Castillo (s.f.), señalan que la evaluación económica de proyectos de investigación sobre el uso y manejo sostenido de los recursos naturales tiene dos implicaciones importantes:

En primer lugar, debe considerarse el mejor uso posible de los recursos disponibles para las actividades de generación de tecnología. Esto implica que, para lograr los mayores beneficios, los recursos deben asignarse a investigaciones cuyos resultados tengan altos valores esperados de rentabilidad y que sean ecológicamente seguros, en pos de un desarrollo agropecuario con sostenibilidad en el aprovechamiento de los recursos naturales.

En segundo lugar, se debe considerar la incertidumbre, tanto en el logro mismo de lo propuesto por la investigación, en el volumen de las recuperaciones como consecuencia de la magnitud de la adopción de la tecnología generada, así como en el tiempo de ocurrencia de tales retornos. Esto es, el grado de variabilidad o riesgo del valor esperado de la rentabilidad de las inversiones.

Con respecto a esta segunda implicación, Marull (1981), menciona que la experiencia ha mostrado que la adopción de una determinada innovación a través del tiempo, sigue una secuencia exponencial para los participantes directos, con una tasa de adopción de aproximadamente 10% anual, alcanzando un 80% al término de 10 años. Además conviene tener presente que una proporción de productores, del orden del 5-10%,

resiste indefinidamente la adopción de innovaciones aunque sean ventajosas y no presenten mayores riesgos.

2.4. Evaluación de la investigación.

2.4.1. Naturaleza de la evaluación.

Dependiendo del objetivo que se desee, la evaluación podrá ser de naturaleza ex-ante o ex-post. En el primer caso se estará intentando establecer "a priori" los beneficios y costos relativos de líneas alternativas de investigación con objetivos de priorización y planeamiento. La evaluación ex-post por su parte, se realiza después que el proceso de investigación y actividades conexas han tenido lugar. Intentando cuantificar los beneficios que se han logrado y los costos en que se han incurrido en el desarrollo de alternativas tecnológicas.

El presente estudio de evaluación del proyecto ICA de la región Fraylesca, se ubica en este último grupo de naturaleza ex-post.

Se pretende que este tipo de evaluación ex-post sirva como instrumento de validación de metodologías sencillas de evaluación ex-ante, orientadoras para el uso eficiente de los escasos recursos disponibles para la investigación, a la vez que para fundamentar incrementos de la inversión del gobierno en proyectos de investigación "adaptativa" que propugnen por un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

2.4.2. Métodos de evaluación ex-post.

Dentro de la evaluación ex-post, se pueden distinguir básicamente dos enfoques metodológicos alternativos que han sido utilizados para este tipo de evaluación; el enfoque de

los excedentes económicos y el enfoque de la función de producción. Martínez y Sain (1983).

La selección entre ambos métodos, reside básicamente en la cantidad y calidad de los datos disponibles y sobre la naturaleza del caso en estudio.

La función de producción aproximada consiste esencialmente en introducir dentro de la misma, una variable como "Proxi" para extensión e investigación. Este método provee una tasa marginal de retorno a la inversión. Norton y Davis, (1981). Estos autores mencionan que entre los estudios que han usado esta aproximación en niveles agregados, están los de Griliches (1964), Evenson (1967, 1968), Cline (1975), Davis (1976), Kahlon (1977) y Quance y Li (1978). Mientras que Peterson (1960, 1967) y Berdhal (1975), han usado la aproximación del producto individual.

El excedente económico requiere mucho menos datos, por lo que ha sido ampliamente usado para estimar los retornos de la investigación agrícola en países tanto en desarrollo como desarrollados. La aproximación está basada sobre el concepto del excedente del consumidor y del productor. Este método estima una tasa promedio de retorno a la inversión en la investigación agrícola.

El punto de partida en la discusión de este método se basa en: i) la aceptación de los cambios en el excedente de los consumidores como una medida de los cambios en el bienestar de los consumidores; ii) la aceptación de los cambios en el excedente de productores, como una medida de los cambios en los beneficios de los productores, más cambios en la renta a los factores fijos de producción, y iii) la aceptación de que el excedente de los consumidores es aproximadamente medido por el área debajo de la curva de demanda, mientras que el excedente de los productores es medido por el área arriba de la curva de oferta y debajo de la línea de precio (Figura 2).

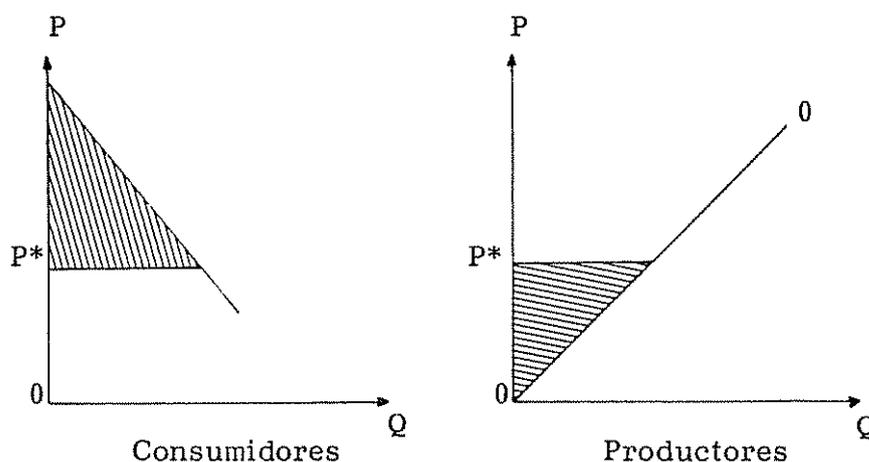


FIGURA 2. EXPRESION GRAFICA DE LOS EXCENTES ECONOMICOS

Martínez y Saín (1983), señalan que entre los estudios que han empleado este método, están el de Schultz (1953), Griliches (1958), Peterson (1967), Schmitz y Seckler (1970), Akino y Hayami (1975), Hertford y Schmitz (1977) y Kislev y Hoffman (1978). Los dos primeros son considerados como pioneros en la utilización de este método de evaluación.

2.4.3. Retornos a la inversión en investigación.

Hasta el año de 1979, un largo número de estudios de diferentes géneros en diversas regiones, han mostrado tasas de retornos muy altas a las inversiones hechas en investigación. Evenson, et al. (1979), Ruttan (1983). Estas tasas de retorno oscilaron típicamente entre 30 y 60%, substancialmente superiores al aparente costo de oportunidad de capital. Ruttan (1983), aconsejó como límite, tasas de

retorno de 20% para hacer inversiones en investigación agrícola. En el Cuadro 1, se presentan algunos de estos estudios.

En estudios más recientes, Gardiner et al. (1987), calcularon una tasa de retorno de 51% a la inversión hecha en el programa de mejoramiento de trigo en la Universidad de Purdue. Los autores señalan que los beneficios anuales excedieron a los costos por más de 55 millones de dólares, de 1984; resaltando aun más, que estos beneficios anuales excedieron considerablemente al presupuesto total anual público dedicado al programa de mejoramiento de trigo en Estados Unidos .

Cuadro 1. Contribución de la investigación agrícola a la economía.

AUTOR	AÑO	PAIS	PRODUCTO	PERIODO	TIR*
Griliches	1958	EE.UU.	Maiz v	1940-55	35-40
Peterson	1967	EE.UU.	Avicultura	1915-60	21-25
Ayer	1970	Brasil	Algodón	1949-67	77
Evenson	1971	EE.UU.	Agricultura	1949-59	47
Tang	1963	Japón	Agricultura	1880-38	35
Ardito	1970	México	Cultivos	1943-63	45-93

(*) Tasa interna de retorno

Fuente: Evenson y Kislev (1976). Investigación agrícola y productividad. pag. 22.

Traxler (1990), estimó los retornos a la inversión pública en una investigación sobre manejo de cultivos en el valle del Yaquí, Sonora, México; las tasas internas de retorno a la inversión son derivadas en un ámbito de supuestos razonables acerca de los beneficios y costos, estimándose que oscilaban entre 16 y 26%; el autor señala que

el desarrollo y mejoramiento de las prácticas de manejo de cultivos pueden hacer una contribución significativa al incremento de la productividad agrícola; sin embargo, una implicación para que se asignen recursos a los programas de investigación agrónómicos, es que los resultados de investigación sean aceptados por los agricultores, para que se manifieste la eficiencia de los recursos asignados.

A pesar de que los estudios anteriores han mostrado tasas de retornos muy altas a las inversiones hechas en investigación, Mosher (1982), enfatiza que no todo proyecto en investigación es una inversión rentable, ya que en varios países se han desperdiciado grandes recursos en actividades denominadas de investigación, pero que realmente no han producido los resultados esperados.

Al respecto Moscardi y Martínez (1986), indican que en algunos casos, después de largos y costosos esfuerzos de investigación, las recomendaciones de los sistemas de investigación y extensión no han sido adoptadas por lo productores a los que van dirigidas.

2.4.4. Metodología de investigación adaptativa (ICA).

El grado de efectividad en la investigación agrícola y por tanto en el avance tecnológico agropecuario, se debe a una articulación del proceso tecnológico en lo que respecta a los siguientes niveles: 1) sociedad/generación de tecnología; 2) política económica/demanda real de tecnología; 3) generación/demanda de tecnología y 4) generación/transferencia de tecnología. Moscardi y Martínez, (1986).

Los mismos autores, señalan que la ausencia de procedimientos y organizaciones que permitan convertir los resultados de la investigación en tecnologías adecuadas para agricultores representativos, son las dificultades principales para lograr una mayor coherencia en los niveles 3

y 4. Bajo este contexto el método ICA, aparece como uno de los procedimientos relacionado con la incorporación explícita del agricultor y sus circunstancias naturales y socioeconómicas, a la orientación y desarrollo de las actividades de generación y transferencia de tecnologías, lo que inserta al proceso investigativo en el concepto de manejo integrado de los recursos naturales.

Aparece en el contexto de la investigación agrícola, no con el propósito de avanzar en la frontera de la ciencia, sino más bien con la idea de utilizar el conocimiento científico-tecnológico para confrontar y solucionar problemas prioritarios de productores representativos. Byerlee et al. (1982).

El método ICA complementa a la investigación agrícola más tradicional, ya ha sido probado por organismos nacionales e internacionales de generación y transferencia de tecnología agrícola y en la actualidad se encuentra en proceso de institucionalización en varios países de América Latina y el Caribe.

En la Figura 3, se visualizan las cinco etapas de la metodología ICA. Esas etapas no deben ser consideradas independientes una de la otra, sino que, dentro de la secuencia general, se traslapan en ocasiones y se reatralimentan frecuentemente entre sí.

La literatura actual reporta solamente un estudio formal, en que se ha intentado medir rigurosamente la eficiencia de los recursos invertidos en la ejecución de proyectos de esta naturaleza. Moscardi y Martínez (1986).

Martínez y Saín (1983), analizaron este tema con el estudio de caso del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (IDIAP) de Panamá. Los autores analizan los beneficios (adopción-impacto) y costos (inversión del estado), asociados con el método ICA. En este estudio, la tasa de retorno a la inversión requerida para implantar la metodología, oscila entre 119 y 325% según los escenarios considerados. Aún en la peor de las alternativas, la tasa de

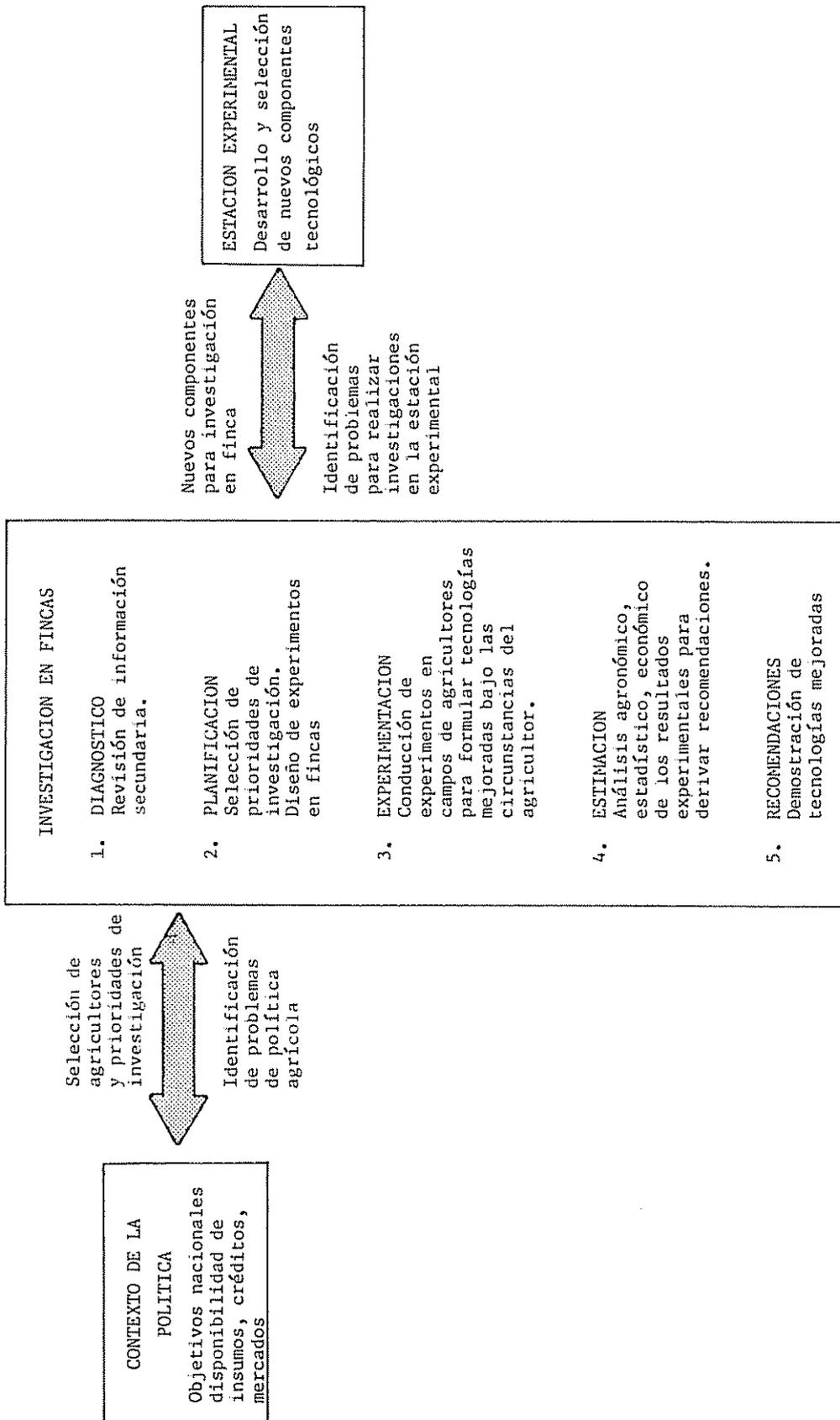


FIGURA 3. ESQUEMA METODOLOGICO DE LA INVESTIGACION ICA.

retorno se ubica ventajosamente por encima del costo de oportunidad del capital y resulta comparable con la calculada para otros desarrollos tecnológicos importantes.

Aunque las evidencias y experiencias disponibles hasta el presente indican que la metodología ICA permite llegar a los productores con tecnologías apropiadas, eficientemente en términos de costo y tiempo, aún se requieren más estudios de este tipo para confirmar estos resultados.

En este contexto, la presente investigación reviste gran importancia por la información que proporcionará sobre la eficiencia de los recursos invertidos por la sociedad para lograr un aprovechamiento sostenido en el uso y manejo del recurso suelo.

Por otro lado, complementará las evidencias de la utilidad potencial del enfoque metodológico ICA. Será un instrumento valioso para examinar de manera sistemática los elementos de éxito y fracaso registrados en la experiencia del proyecto con objeto de aprender a planificar mejor para el futuro.

En un marco más global, la información que se genere de este análisis ex-post, podrá servir como patrón referencial para evaluar la eficiencia en la utilización de los recursos disponibles en proyectos de investigación y extensión, sobre el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales, en situación ex-ante. Considerando el grado de incertidumbre, no solo en cuanto al proceso de generación de tecnología en sí mismo si no también, en cuanto al proceso de su difusión y adopción por partes de los agricultores.

3. EL PROYECTO DE INVESTIGACION EN CAMPOS DE AGRICULTORES (ICA), EN LA REGION DE LA FRAYLESCA.

Desde 1983 el INIFAP, CIMMYT, CIRAD/IRAT¹ y otras instituciones, han venido desarrollando en la región de La Fraylesca Chiapas, México, un "Proyecto de Investigación Adaptativa en Campos de Agricultores (ICA)", con énfasis en el cultivo de maíz de temporal o secano (ver participantes en Anexo 1).

Los principales objetivos del proyecto incluyen la identificación rigurosa de las causas y soluciones factibles para los problemas prioritarios en la producción de maíz y el diseño adecuado de la estrategia de investigación, que permita incrementar la productividad e ingresos de los agricultores en forma sostenible. Esta estrategia debería incluir la relación existente entre las prácticas de los agricultores y sus principales circunstancias agroclimáticas y socioeconómicas. También fueron incluidos aspectos de capacitación a jóvenes investigadores del INIFAP sobre el enfoque ICA desarrollado por el CIMMYT. Byerlee et al. (1980). Hibon (1987).

A continuación, se presenta información referente a la región de La Fraylesca y sobre las actividades desarrolladas por el proyecto ICA durante el periodo de 1983 a 1990. Cabe mencionar, que debido a la falta de recursos en el inicio de la investigación, se decidió trabajar en la primera fase del proyecto únicamente en el área de planicie, por lo que el uso del término "La Fraylesca" en este estudio, se refiere exclusivamente a la parte plana.

¹/ CIRAD: *Centre de Coopération Internationale en Recherches Agronomiques pour le Développement (France).*

IRAT: *Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières (France).*

3.1. Circunstancias principales de los agricultores.

3.1.1. Circunstancias agroclimáticas.

La Fraylesca es una región bastante representativa del trópico húmedo de México (ver figura 4). La altitud promedio es de 600 metros sobre el nivel del mar y la pluviometría anual alcanza 1.200 mm, con una estación lluviosa que se inicia a fines de mayo y dura hasta principios de octubre. La probabilidad de tener un déficit de agua durante este tiempo es reducida. Los suelos (principalmente Fluvisoles y Luvisoles según FAO-UNESCO), poseen más de 65% de arena, relativamente pobres en materia orgánica (entre 1 y 1,5%) y en bases intercambiables (CIC de 4-5 meq/100 gr.). Una proporción notable de ellos son muy ácidos, con pH menor de 5 y saturación de aluminio superior al 20%. Triomphe (1990).

3.1.2. Circunstancias socioeconómicas.

En la región de La Fraylesca, muchos factores favorecen a priori a la agricultura. Destaca una baja presión relativa sobre la tierra, con una densidad de población menor de 40 habitantes/km² y con 1,7 hectárea agrícola/habitante. La superficie agrícola total (153.000 ha), se reparte según la tenencia en: 65% para los ejidatarios² y comuneros y el resto en propiedad privada. Cada productor cultiva en promedio 6,5 ha de maíz. La mayoría de los insumos necesarios para la producción agrícola "moderna" están disponibles en los mercados locales, tales como fertilizantes, semillas y toda clase de agroquímicos.

La gran mayoría de los agricultores (80%) tienen acceso al crédito, que cubre más del 75% de los costos de

²/ El ejido en México es un modo de tenencia de la tierra procedente de la reforma agraria, con propiedad colectiva y usufructo individual de la parcela.

producción. La disponibilidad de mano de obra no representa mayor problema, aunque existe mayor demanda en ciertos periodos del ciclo de cultivo. La producción es captada a través de canales oficiales, por lo que no existen problemas de mercado para la venta del producto. Además de la producción de maíz, las actividades ganaderas representan una fuente mayor de ingresos para muchos agricultores, especialmente los pequeños propietarios. Para una tercera parte de los ejidatarios, las actividades extra-agricolas representan también una fuente significativa de ingresos. De la Piedra (1987).

3.1.3. Prácticas de los agricultores.

La mayoría de las prácticas de cultivo podrían calificarse de intensivas. La primera característica es que un 72% de los agricultores practica el monocultivo de maíz sin rotación. Para todos los agricultores la preparación del terreno es mecanizada (tractor + arado de discos). El manejo de la fertilidad (nitrógeno y fosforo) del suelo, está basado exclusivamente en el uso de fertilizantes químicos. No existen prácticas de incorporación de materia orgánica, ya que el sistema de pastoreo no permite ninguna acumulación significativa de estiércol en las parcelas y a que se queman los residuos de cosecha. Las dosis de nitrógeno aplicadas, son muy altas en promedio (180 kg/ha). Por último, existe una gran uniformidad aparente entre las prácticas de los agricultores.

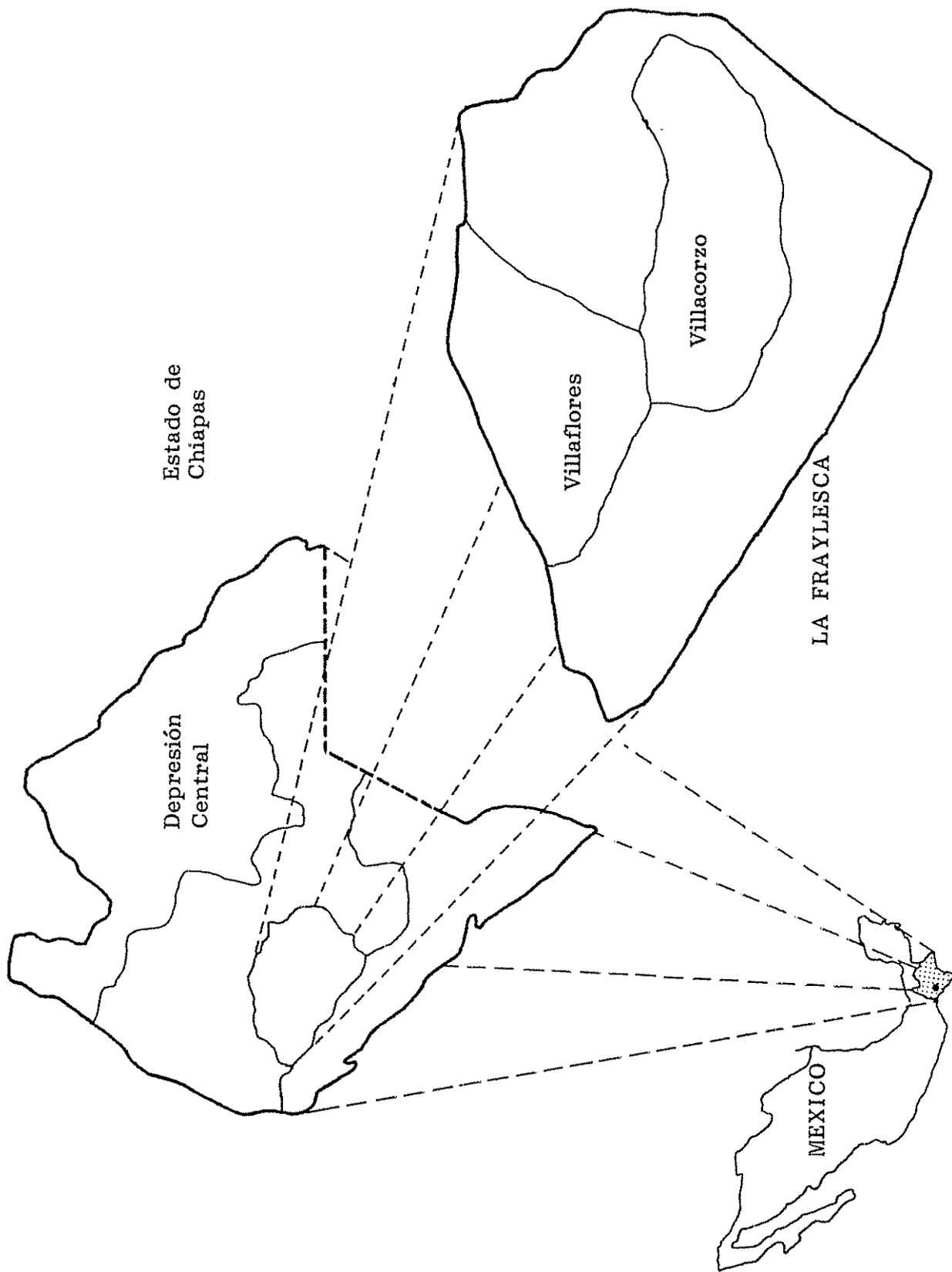


FIGURA 4. UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL AREA DE ESTUDIO.

3.1.4. Niveles de rendimiento.

A pesar del tecnificado y costoso paquete de prácticas de cultivo, (el costo de producción/ha equivale a 2,0 ton de maíz), el rendimiento promedio de 2,6 ton/ha, está muy por debajo del potencial de 6-7 ton/ha. Consecuentemente, la rentabilidad del cultivo del maíz es baja para una proporción notable de agricultores. Triomphe (1990).

3.1.5. Principales problemas en la producción de maíz.

Entre los principales problemas identificados en la región, sobresalen la compactación y erosión de los suelos y una alta saturación de aluminio en el horizonte superficial de los mismos.

De acuerdo con los objetivos señalados anteriormente y debido a la escasez de recursos (humanos y materiales principalmente), la estrategia de investigación en la primera fase del proyecto, fue enfocada hacia problemas que parecían tener solución en el corto plazo; por lo tanto, se descartaron los problemas de erosión.

En el Anexo 2, se ofrece un resumen de las principales actividades del proyecto desde 1983 hasta 1990.

3.2. Historia de las innovaciones tecnológicas generadas por el proyecto.

3.2.1. El problema de acidez y sus causas probables.

Varias causas relacionadas entre sí explican el problema de acidez/alta saturación de aluminio en los suelos de la Fraylesca. Primeramente, existen causas relacionadas con La naturaleza misma de los suelos y del clima de la región (arena granítica y fuertes lluvias). También existen

causas relacionadas con el tipo de agricultura practicada (ausencia de rotaciones, quema de los residuos de cosecha, métodos inadecuados de preparación del suelo, uso en dosis muy elevadas de un fertilizante acidificante como el sulfato de amonio). La erosión desempeña un papel primordial en interacción con los factores ya mencionados (ver Anexo 3).

En resumen, el problema de acidez/saturación de aluminio, es una de las tantas consecuencias de un problema general de manejo inadecuado del recurso suelo en la región. Tal situación explica que el encalado y uso de urea no sea más que una solución parcial para los problemas existente en La Fraylesca. Angé (1989). Sin embargo, dentro de la estrategia planteadas por el proyecto para lograr en el largo plazo un aprovechamiento sostenido del suelo, estas recomendaciones son necesarias para lograr los objetivos fijados. Dado que si se pretende, por ejemplo, diversificar el uso del suelo o incorporar abonos verdes para recuperar la fertilidad de los suelos, es condición necesaria primeramente corregir los problemas de acidez/saturación de aluminio^{3/}.

3.2.2. Estrategia de experimentación

Después de haber confirmado el interés potencial del encalado a través de los ensayos exploratorios en 1984, se establecieron ensayos de niveles en 85-87, para determinar la dosis óptima desde el punto de vista técnico y económico. Al mismo tiempo, se midieron los efectos residuales del tratamiento, para tener una estimación de la rentabilidad real del encalado tomando en cuenta la suma de los efectos residuales. También se sometió a prueba la posibilidad de tener interacciones entre el encalado y la fertilización, en

3/ Experimentos establecidos en 1987-88 indican que el encalado aumenta el rendimiento de frijol en aproximadamente 750 kg/ha. Buerkert (1989).

parte por razones técnicas, (inmovilización del fósforo en condiciones ácidas, posibilidad de uso de urea en lugar de sulfato) y también por razones económicas (cambio de la dosis óptima económica en presencia de cal). Posteriormente, se establecieron parcelas de validación/verificación, manejadas por lo mismos agricultores (con previa asesoría y seguimiento de los investigadores) para evaluar el componente en parcelas semicomerciales. Finalmente se demostró el componente tanto a agricultores como a decisores políticos en parcelas comerciales, conducidas en su totalidad por los productores. En 1990, se instrumentó en la región el programa operativo de encalado de suelos. Un resumen cronológico de las actividades del proyecto se presentan en el Anexo 4.

3.2.3. La recomendación de encalado y uso de urea

Los resultados acumulados hasta el año de 1989, permitieron proponer la siguiente recomendación: 1) Se toman en consideración los criterios de pH, (menor de 5,0) y de saturación de aluminio, (mayor de 20%), como indicadores tanto de la existencia del problema como de la probabilidad de respuesta económica al encalado. La medición de éstas dos características, se hace mediante un análisis de laboratorio sobre una muestra de suelo representativa de la parcela. 2) Aplicar 2,0 ton/ha utilizando un material con una concentración de óxido de calcio (80%), similar al de la cal hidratada, sin embargo debe usarse de preferencia una fuente de tamaño de partícula más gruesa y que además tenga magnesio. 3) La cal debe aplicarse, cuando menos una semana antes de la siembra (al voleo sobre un terreno ya arado) e incorporarse inmediatamente con un paso de rastra. Como recomendación adicional se sugiere utilizar urea, como fuente de nitrógeno más económica y a la larga menos acidificante que el sulfato de amonio.

4. METODOLOGIA Y MATERIALES.

La cuenca hidrográfica es un sistema contenido en el medio ambiente en el cuál interactúan los subsistemas físico, biológico y socioeconómico. De esta forma, las cuencas constituyen sistemas naturales independientes donde interactúan (afectan y son afectados) los diversos componentes: agua, clima, suelo, vegetación, fauna y la sociedad humana inserta en ella. Alvarez (1986). Los subsistemas social, económico, demográfico y el biofísico son considerados los de mayor relevancia dentro de una cuenca hidrográfica. Faustino (1987).

El proceso de manejo de cuencas, es una actividad técnica cíclica, que comprende las etapas de estudio, formulación de alternativas de manejo y evaluación continua de dicho plan. Es necesario conocer el proceso tecnológico actual de uso y manejo de los recursos naturales, para determinar líneas de manejo propias al sistema cuenca, fijar metodologías de trabajo que se adapten y que sean adoptadas por lo usuarios y dar seguimiento técnico y evaluación de los trabajos desarrollados.

Dentro de este contexto, el presente trabajo está enfocado principalmente al estudio del subsistema biofísico, representado por el recurso suelo y su interacción con los elementos económicos y socioculturales.

Se analizan los costos y beneficios que representa para la sociedad, el generar y transferir a los agricultores tecnologías (encalado de suelos y uso de urea) que pretenden recuperar la capacidad productiva del recurso suelo, disminuida por un problema de acidez/toxicidad de aluminio.

La Figura 5 muestra la secuencia de decisiones seguidas durante el desarrollo del presente estudio.

En el resto de esta sección los principales problemas metodológicos asociados con cada etapa son brevemente

descritos y la toma de una decisión particular relativa al caso es justificada.

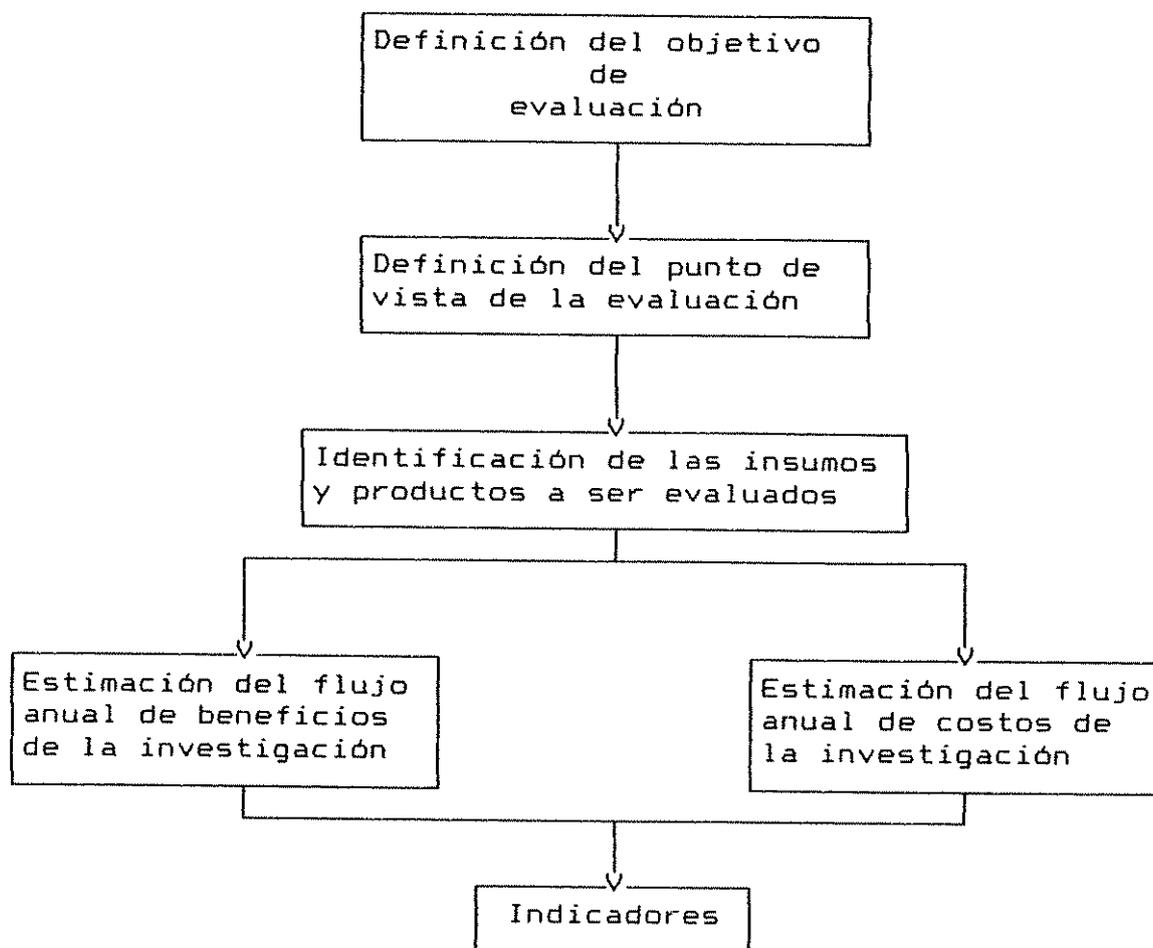


Figura 5.- Las etapas del proceso de evaluación.

4.1. Punto de vista de la evaluación.

Steiner (1980), citado por Martínez y Saín (1983), enfatiza que el punto de vista tomado por el analista determina los costos y beneficios a ser considerados como consecuencia de un curso de acción, y ellos pueden ser y probablemente serán diferentes dependiendo del punto de vista

tomado. En el caso del proyecto ICA, en La Fraylesca son posibles dos alternativas.

La primera es evaluar el proyecto desde un punto de vista nacional, en el cuál los recursos aportados por el CIMMYT no se contabilizarían, ya que se consideran aportados libres de costo (asumiendo que no habría un uso alternativo en el país), dada la naturaleza de la contribución de este organismo internacional (metodologías de investigación ICA y entrenamiento en servicio en el uso de dichas metodologías).

Por tanto, el 100% de la contribución al proyecto se adjudicaría al organismo nacional de investigación, en este caso el INIFAP.

La segunda alternativa sería realizar la evaluación desde un punto de vista internacional (CIMMYT), en el cuál todos los recursos aportados al proyecto serían incluidos, independientemente de la fuente de estos recursos.

Se consideró que la evaluación del proyecto se debía realizar utilizando la segunda alternativa, puesto que sería más real y conservadora. Además, el hecho de que en el proyecto de La Fraylesca, el personal del CIMMYT estuvo a cargo de diversas actividades de investigación (por ejemplo, establecimiento y conducción de ensayos), no comunes a su contribución natural anteriormente señalada, justifica la toma de esta decisión.

4.2. Identificación y caracterización de los productos por ser evaluados.

La investigación agrícola puede ser concebida como un proceso productivo en el cuál insumos tales como conocimientos previos, investigadores, laboratorios y materiales de investigación generan ciertos productos.

La definición y caracterización de los productos de la investigación presenta problemas conceptuales, los cuales son en general, dependientes del establecimiento correcto de los

objetivos y del punto de vista institucional de la evaluación. Scobie (1979).

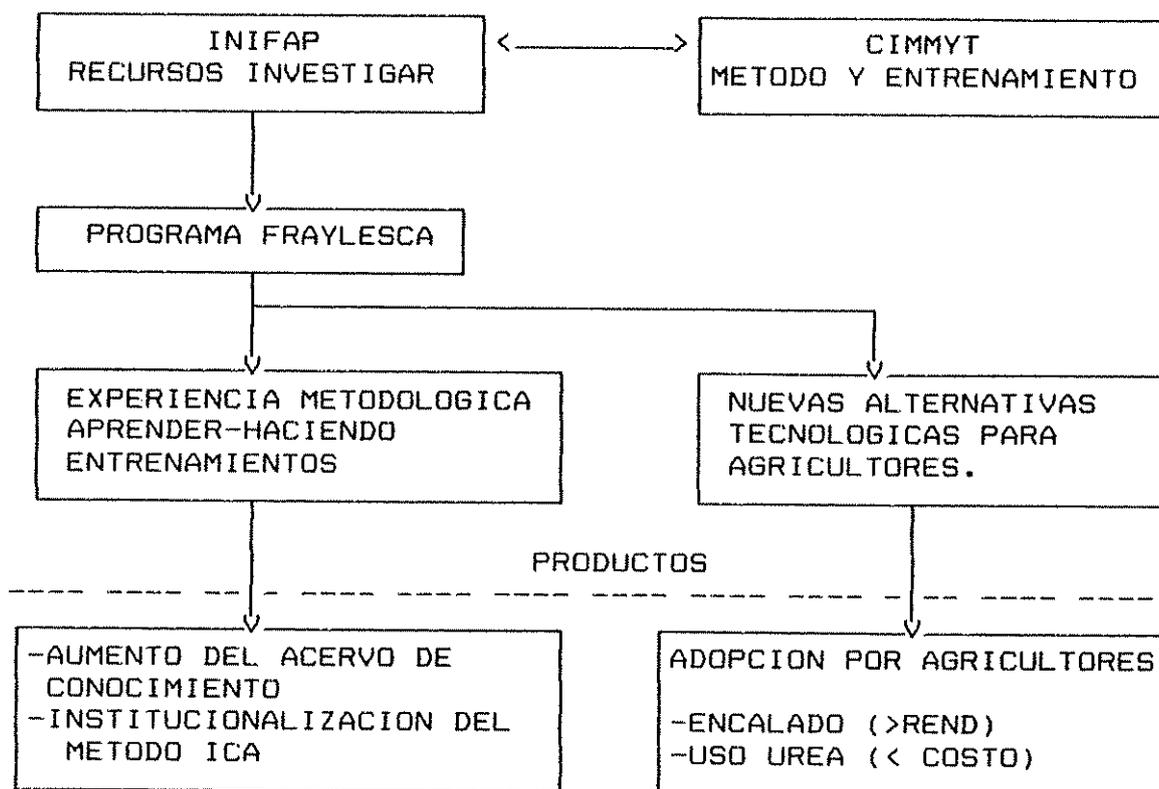


Figura 6.- Productos generados por la implementación del proyecto ICA en la región de la Fraylesca, Chiapas.

Como un resultado del proyecto ICA en la Fraylesca, dos tipos de productos son identificados : 1) una adición a el acervo (stock) nacional de conocimientos a través del incremento en capacidad y ganancia en experiencias dentro del INIFAP, y 2) un incremento en productividad e ingresos para los agricultores a través de la generación y adopción de las tecnologías (ver Figura 6).

Para efectos de este trabajo, el producto definido como ganancia en el "stock" del conocimiento, por el INIFAP, se

considera intangible, por lo laborioso y difícil que sería su cuantificación y valoración.

Se consideró que realizando la evaluación, únicamente con el producto relacionado a la generación y transferencia de tecnologías, era posible obtener un indicador de la rentabilidad económica debida a la instrumentación del proyecto ICA en la Fraylesca.

Esto es factible si la evaluación es efectuada tomando como punto de referencia principal la situación tecnológica prevaleciente, la cuál puede ser asociada con las prácticas tradicionales de los agricultores y asumiendo que este diferencial se mantendrá a pesar, de las modificaciones introducidas por la dinámica natural de los sistemas productivos.

4.3. Estimación del flujo anual de los costos de investigación.

La definición y caracterización de los costos de los procesos de investigación presenta problemas similares a los descritos en el caso de los productos. Scobie (1979). De acuerdo con el punto de vista adoptado, todos los insumos usados en la generación y difusión de las alternativas tecnológicas durante la instrumentación del proyecto fueron incluidos, independientemente de la fuente de estos recursos.

Los costos fueron agrupados en cuatro categorías; 1) salarios del personal INIFAP, 2) gastos de operación INIFAP, 3) gastos de asesoría CIMMYT/CIRAD y 4) gastos de transferencia de las tecnologías.

En los casos en que los recursos eran compartidos con otros proyectos de investigación, se estimaron los costos de acuerdo con la parte proporcional que se utilizó en el proyecto ICA.

Los recursos usados fueron valorados a sus respectivos costos de oportunidad, interpretado como el valor del

producto que se dejó de producir en su mejor alternativa de uso.

4.4. Estimación del flujo anual de beneficios

4.4.1. Especificación de las curvas de oferta y demanda de la producción de maíz.

En este estudio se han asumido curvas de oferta y demanda lineales. Esta decisión está justificada en los resultados de Hertford y Schmitz (1977), quienes mostraron que las diferencias obtenidas por el uso de aproximaciones lineales de curvas de oferta y demanda son mínimas, respecto a los resultados obtenidos de formulas más complejas usando funciones no lineales.

En lo referente a la elasticidad de la demanda por maíz que enfrenta la región, es necesario señalar que La Fraylesca representa el 2,2% de la producción nacional y menos del 2% de la superficie total sembrada con maíz (Cuadro 2).

Cuadro 2. Importancia del cultivo de maíz en México y la Fraylesca, Chiapas.

Lugar	Area sembrada		Producción	
	miles ha	%	mill. ton	%
Fraylesca (a)	110	1,3	0,3	2,2
México (b)	8.200	100	13,8	100

(a) 1983-87, Villacorzo y Villaflores, DDRI No.4.

(b) 1983-85, CIMMYT World Maize Facts and Trends, 1986.

FUENTE: Hibon (1990).

Estos porcentajes permiten asumir que las elasticidades de la demanda enfrentada por la región es altamente, sino es que totalmente, elástica. Es decir, que se puede considerar a La Fraylesca como marginal en el contexto del mercado de maíz en México. Este argumento se fortalece si se considera la existencia de un precio garantía para el cultivo. Se asume entonces que los precios vienen dados exógenamente para la región y que el aumento de producción por efecto del proyecto no provocará ningún cambio apreciable en los precios del maíz. Hibon (1987).

Dadas las características del proyecto ICA de La Fraylesca, en donde se ha intentado desarrollar alternativas tecnológicas que pudieran ser rápidamente adoptadas por los productores, se consideró que el impacto del proyecto debería ser evaluado sobre el desplazamiento de la curva de oferta regional de maíz de corto plazo. Aunque no se tienen estimaciones acerca de su elasticidad, ciertas evidencias empíricas (tales como el hecho que los recursos de tierra y mano de obra permanecen completamente empleados en desafío a la variación de precios en el corto plazo), respaldan la hipótesis que a corto plazo, la curva de oferta, es altamente inelástica. Además, si consideramos que el maíz de monocultivo es el principal componente de la actividad agrícola en la región, contribuye a sostener esta hipótesis.

Una alta inelasticidad en el corto plazo de la curva de oferta de maíz, quiere decir que a corto plazo no hay un número significativo de agricultores que ingresarán o saldrán del sistema productivo de maíz. En otras palabras, la superficie de maíz en la región se ha considerado como fija.

En resumen, el postulado de la estructura de la oferta y demanda regional es sobre una curva de demanda perfectamente elástica, mostrando en el corto plazo una curva de oferta perfectamente inelástica.

4.4.2. Impactos del proyecto.

El proyecto ha generado en la región de trabajo dos alternativas, las cuales son consideradas en términos de sus impactos directos asociados por su adopción. El Cuadro 3, describe el contraste con las prácticas de los agricultores prevaletientes en el dominio de recomendación⁴ considerados al inicio del proyecto.

Cuadro 3. Tecnologías generadas por el proyecto ICA, en la región de La Fraylesca Chiapas. 1983-1989.

COMPONENTES TECNOLOGICOS	PRACTICAS DE AGRICULTORES	ALTERNATIVAS TECNOLOGICAS	IMPACTOS DIRECTOS
Encalado	Sin cal	2,0 ton/ha de cal incorporada con el primer paso de rastra.	Incremento en el rendimiento
Cambio de fuente de Nitrógeno*	Sulfato de amonio	Urea	< costos de producción.

* sin modificar la dosis del agricultor.

Fuente: Proyecto ICA.

Las alternativas fueron clasificadas en dos grupos de acuerdo con la naturaleza de sus impactos directos en el

⁴/ "Grupo de agricultores con circunstancias naturales (tipo de suelos, precipitación, etc., etc.), socioeconómicas (acceso a créditos, mercados de insumos y productos, servicios de extensión e investigación, etc., etc.), y prácticas de cultivo relativamente homogéneas, que cultivan maíz año tras año en monocultivo con suelos bastantes degradados, caracterizados por un problema de acidez (pH<5.0) y toxicidad por aluminio libre (>20% de saturación), a lo cuales la práctica del encalado y cambio de fuente de nitrógeno beneficiaría en forma similar". Se ha estimado el tamaño del dominio en 33500 hectáreas.

proceso de producción. El primer grupo incluye al encalado de suelos ácidos, implicando un incremento en el rendimiento y en el mismo orden un costo adicional para lograr su objetivo. En este caso el cálculo de los beneficios totales es:

$$B = B_1 - B_2$$

Siendo: $B_1 = (AR) (H) (HAS) (P_m)$

$B_2 = (AC) (H) (HAS)$

$$B_1, B_2, AR, AC > 0$$

Donde:

B_1 = Valor de la producción adicional del maíz generado por la difusión del encalado.

AR = Es el incremento de rendimiento por la adopción del encalado.

H = Es la proporción neta de la superficie de maíz que adopto el encalado.

HAS = Superficie total del dominio, el cuál es asumido como fijo y estimado en 33.500 has.

P_m = Precio del maíz.

B_2 = Costo incremental relacionado al incremento en la producción.

AC = Incremento en costo variable por hectárea necesario para aumentar el rendimiento.

en general la ecuación queda:

$$B = H * HAS (AR * P_m - AC)$$

Esto es, el beneficio total generado con el encalado será igual a la superficie total de maíz encalada por el beneficio neto/ha asociada con este componente.

El segundo grupo incluye el cambio de fuente nitrogenada, el cuál esta asociado con una disminución del costo de producción sin afectar los rendimientos.

Debido a que esta innovación ha sido adoptada incorrectamente por los agricultores (ver sección siguiente),

no fue incluida dentro de los beneficios del proyecto. Sin embargo los costos incurridos durante la generación y los futuros gastos de transferencia, sí se incluyen dentro de la evaluación.

De aquí en adelante al hablar de beneficios del proyecto, se referirá exclusivamente a los atribuidos al encalado de suelos.

Es importante señalar que en el contexto del manejo integrado de cuencas hidrográficas, la práctica del encalado de suelos podría tener otros efectos benéficos indirectos asociados con la conservación de los recursos naturales, por ejemplo: 1) al incrementar los rendimientos de maíz por unidad de superficie, se está evitando en cierta manera que los agricultores (que actualmente tienen suelos ácidos) expandan la frontera agrícola hacia terrenos de laderas, más susceptibles, a la degradación por los procesos erosivos y ; 2) al recuperar la capacidad productiva de los suelos, se espera que en los próximos ciclos, sea factible que los agricultores siembren el maíz asociado (o en rotación) con otros cultivo, como frijol y cacahuete e incorporen abonos verdes. Este nuevo sistema tenderá a recuperar la fertilidad, así cómo a aumentar la cobertura del suelo, protegiendolo de esta manera, del proceso erosivo de las lluvias.

Los efectos benéficos señalados anteriormente, al contrarrestar indirectamente la degradación de los recursos naturales, específicamente el recurso suelo, tienen también externalidades positivas aguas abajo de la cuenca. Ya que se estaría evitando una mayor carga de sedimentos (como consecuencia de la erosión) que tendría efectos económicos negativos en los embalses de las centrales hidroeléctricas, los sistemas de agua potables y las vías de comunicación entre otros.

Sin embargo, debido a limitaciones de tiempo para recopilar información sobre estos aspectos, se decidió realizar la evaluación considerando únicamente los beneficios

directos del encalado de suelos, asociados con el aumento de la productividad del cultivo de maíz.

4.5. Evaluación de las tecnologías en campos de los agricultores y su grado de difusión.

Durante el desarrollo del proyecto se asumió que las innovaciones tecnológicas apropiadas estarían disponibles en el corto plazo. Sin embargo, para que se manifieste si hubo eficiencia en la utilización de los recursos invertidos en la generación tecnológica, se debería cumplir como condición necesaria que los agricultores acepten las tecnologías para que se adopten rápidamente. Además, el grado de aceptación y difusión de las tecnologías, estaría determinando la formulación de las hipótesis de la secuencia de adopción en el tiempo.

Es decir, se consideró al agricultor como juez final del proceso de generación de las alternativas tecnológicas generadas y por ende del impacto potencial de la tecnología en productividad e ingresos para el agricultor y beneficios sociales asociados con la inversión.

Con la finalidad de obtener información sobre estos parámetros, se aplicó una encuesta entre los agricultores.

Para tal fin, se agruparon a los agricultores en tres poblaciones: (1) los que habían aplicado cal en sus parcelas en el año de 1990; (2) los que no habían aplicado cal, pero pertenecían al dominio de recomendación y; (3) agricultores que no pertenecían al dominio, y por ende, no serían directamente beneficiados con la recomendación, (a excepción del uso de urea).

Obviamente, para separar las tres poblaciones fue necesario conocer previamente los resultados de los análisis de suelos de cada agricultor. Los agricultores de las tres poblaciones fueron escogidos completamente al azar.

Con la población (1) se aplicaron 26 encuestas, con la finalidad de determinar en qué medida los agricultores que encalaron sus parcelas, han asimilado esta tecnología. Además, se pretendía estimar en qué medida, estos mismos agricultores están dispuestos a incorporar el encalado en otra parcela, lo cual en cierta medida, sería una estimación del grado de adopción. En caso contrario, se investigaron las razones por la que no se obtuvieron resultados positivos.

En el caso de la población (2) se aplicaron 21 encuestas con el objetivo de estimar el nivel de difusión del encalado entre los agricultores, así como las fuentes de información por las cuales, habían conocido esta innovación. También se estimó en qué medida, estos mismos agricultores están dispuestos a adoptar el encalado, a pesar de no haber experimentado este componente en su parcela.

Con respecto a la población (3), únicamente se aplicaron 10 cuestionarios, los cuales tenían como finalidad conocer la difusión de las tecnologías, aún con agricultores para los cuales no son recomendables. Así también para estimar la disponibilidad de estos agricultores para encalar una parcela a pesar de que técnica y económicamente no es recomendable^{5/}.

Para disminuir el error no muestral, en la confección del cuestionario se consideraron las recomendaciones sugeridas por Bernstein (1979).

El análisis estadístico fue realizado como muestreos aleatorios simples de poblaciones finitas y sin reemplazo, Quintana (1989). Se utilizó el paquete estadístico MSTAT de la Universidad de Michigan. Para las variables cualitativas se calcularon estimadores de proporciones y para las cuantitativas medidas de centralidad y de dispersión.

5/ *Los resultados de experimentos establecidos en parcelas de agricultores, han demostrado que encalar un sitio sin problema de acidez/toxicidad de aluminio no es rentable y además podría desencadenar otros problemas de fertilidad en los suelos. Campo Experimental Centro Chiapas, (1987).*

4.6. Estimación del patrón anual de adopción

Actualmente se ha encalado en la región un total acumulado, de 2.331 hectáreas, distribuidas en 321 para el año 1990 y 1.910 para el año de 1991. La tasa de crecimiento de la superficie encalada entre estos primeros años es de 495%.

Para la estimación de la superficie que adoptarían el encalado a través de los años, se han asumido tres alternativas de adopción, las cuales fueron formuladas y discutidas con las autoridades regionales de las principales instituciones relacionadas con el desarrollo operativo del programa de encalado; por la parte de extensión la SDR (Secretaría de Desarrollo Rural), y el DRRI (Distrito de Desarrollo Rural Integral), y por la parte del crédito BANCRIISA (Banco de Crédito Rural del Istmo).

Se acordó que los resultados obtenidos bajo estas tres alternativas razonables se presentarían a cada una de las autoridades estatales de las instituciones anteriormente señaladas, antes de la planeación del ciclo de cultivo del año 1992. Con la finalidad de justificar el presupuesto asignado al programa de encalado en los dos primeros años y además enfatizar la importancia de la continuidad del mismo en los próximos años.

A continuación son descritas cada una de las alternativas de adopción planteadas.

4.6.1. Alternativa de adopción uno.

Esta alternativa se basa en la dinámica real que ha seguido el programa de encalado en los dos primeros años.

Bajo este escenario se asume que la adopción continuará con una superficie constante igual a la encalada en el año 1991. Es decir, que en cada uno de los próximos años se encalarán 1.910 hectáreas, bajo el supuesto que las

condiciones de apoyo en cuanto a servicios de extensión y créditos del año 1991, se mantendrán constantes en los próximos años.

4.6.2. Alternativa de adopción dos.

Esta alternativa considera que la adopción del encalado se comportará como un proceso social de aprendizaje y podrá ser estimado a través de una función logística. Se asume que habrá capacidad y disponibilidad de servicios de extensión y crédito, según lo soliciten los agricultores que adopten la tecnología.

El desarrollo metodológico de la curva logística utilizada para la estimación del patrón de adopción en esta alternativa, se expresa por la ecuación que describe la función y su forma genérica que se muestra en la Figura 7.

La adaptación de esta función al contexto de adopción de alternativas tecnológicas es directa. Sea $h_i(t)$, la proporción del área total con maíz en La Fraylesca, cultivada con la alternativa tecnológica i -ésima en el año t . Entonces la función logística representado el proceso de adopción de la alternativa tecnológica i -ésima es:

$$(1) \quad h_i(t) = K_i [1 + \exp^{-(A_i + B_i t)}]^{-1}$$

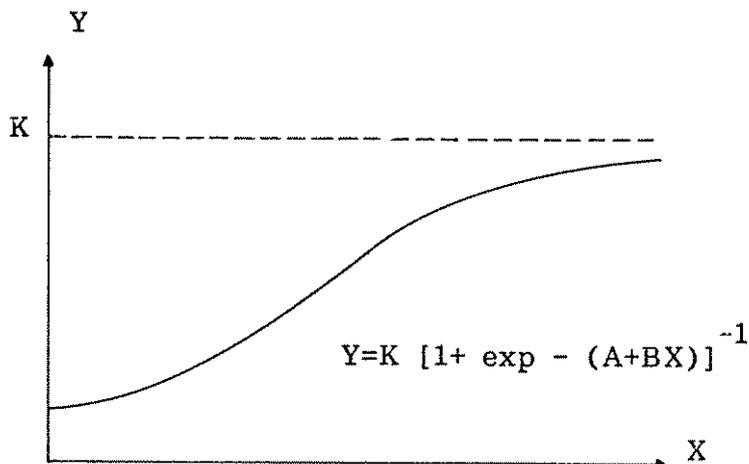


FIGURA 7. EXPRESIÓN GRÁFICA DE LA CURVA LOGÍSTICA

Donde:

K_i = Es una constante que de acuerdo a Griliches (1957), daría el "techo" de la función o sea el máximo porcentaje de adopción esperado de la alternativa tecnológica i -ésima; $0 < K_i < 1$.

Exp = Símbolo matemático con base e.

A_i = Parámetro que determina la posición de la curva en la escala de tiempo, es decir es un factor de escala.

B_i = Determina la tasa de crecimiento o grado de adopción ("asimilación") de la alternativa i -ésima.

Martínez (1973), conceptualiza el proceso de difusión a través de la curva logística como puntos sucesivos de intersección de oferta y demanda de corto plazo por la nueva tecnología. El techo K_i , estaría entonces indicando el nivel del equilibrio en el largo plazo.

La tasa de aceptación B_i , por consiguiente, puede ser interpretada como una sumatoria de las condiciones de demanda

para la nueva tecnología, tal cuál, que el valor estimado de B_1 podría ser usado como un indicador del grado de aceptabilidad de la tecnología.

Cuando existe una cantidad suficiente de datos, los parámetros A y B pueden ser estimados por el método de los cuadrados mínimos, previa linearización de la función.

Si una cantidad suficiente de observaciones no esta disponible Martinez (1973), presenta un método para obtener una estimación empírica de los parámetros. Este ha sido el procedimiento seguido para estimar el patrón de adopción del encalado.

El método consiste en la resolución simultánea del siguiente sistema de ecuaciones.

$$(2) \quad \begin{aligned} h_1(t_1) &= K_1[1+\exp-(A_1+B_1t)]^{-1} \\ h_1(t_2) &= K_1[1+\exp-(A_1+B_1t)]^{-1} \end{aligned}$$

Para el desarrollo de este sistema de ecuaciones en términos de A y B es necesario tener información sobre $h_1(t_1)$, $h_1(t_2)$ y K_1 para cada una de las alternativas tecnológicas consideradas. Una vez conocidos estos valores, el sistema se convierte en un sistema de dos ecuaciones y dos incógnitas; para obtener los valores de A y B es conveniente expresar (2) como :

$$(3) \quad \begin{aligned} A + Bt_1 &= C_1 \\ A + Bt_2 &= C_2 \end{aligned}$$

Donde:

$$\begin{aligned} C_1 &= \ln[h(t_1)/K-h(t_1)] \\ C_2 &= \ln[h(t_2)/K-h(t_2)] \end{aligned}$$

De donde los valores de A y B que resuelven el sistema son fácilmente calculados como:

$$A = (C_1t_2 - C_2t_1)/(t_2 - t_1) \qquad B = (C_2 - C_1)/(t_2 - t_1)$$

4.6.3. Alternativa de adopción tres.

Esta alternativa fue planteada con la finalidad de comprobar lo que ocurre con los indicadores económicos, si se presenta una demora en la ejecución del proyecto, debido a que los agricultores no adopten el encalado con la rapidez que se previó. Según Gittinger (1989), esta circunstancia afecta a la mayoría de los proyectos agrícolas.

En el caso del proyecto de La Fraylesca, es probable que la adopción del encalado se demore por lo siguiente: a) se retrase el muestreo de suelos y en consecuencia sus análisis; b) la entrega de los pedidos de cal agrícola sean tardíos y; c) se hayan subestimados otras dificultades de orden técnico, o bien, porque otros problemas y requisitos administrativos dificulten la operatividad del proyecto.

El patrón anual de adopción definido arbitrariamente bajo esta alternativa, asume que en cada uno de los próximos años se encalarán 1.000 hectáreas. Se consideró que esta superficie, al ser menor que la estimada en la alternativa uno, daría una idea de la sensibilidad de los indicadores económicos a una demora en la adopción del encalado.

4.7. Medidas actualizadas del valor del proyecto.

4.7.1. Valor actual neto (VAN).

Teóricamente, el precio de venta del resultado de la investigación, debe ser igual al valor actual neto (VAN), de la corriente de beneficios incrementales generados en la empresa (análisis financiero) y en la sociedad (análisis económico), al adoptarse parcial o totalmente la tecnología producida. Esto es, una vez deducidos los costos de generación-transferencia, y los costos incrementales efectuados por los agricultores al adoptar la nueva

tecnología, se actualiza el valor resultante aplicando la tasa de descuento más apropiada. Casas y Castillo (s.f.).

$$VAN = \sum_{t=0}^m \frac{B_t - C_t}{(1 + i)^n}$$

Donde: B_t = Flujo de beneficios incrementales en el tiempo

C_t = Flujo de costos incrementales en el tiempo

i = Tasa de actualización

m = Duración de vida del proyecto.

n = n avo periodo a la tasa de interés i

4.7.2. Tasa interna de retorno (TIR).

Otra manera de utilizar la corriente de beneficios incrementales netos para medir el valor del proyecto ICA fue encontrar la tasa de actualización que haga que el valor neto actual de la corriente de beneficios incrementales netos sea igual a cero.

$$VAN = \sum_{t=0}^m \frac{B_t - C_t}{(1 + i)^n} = 0$$

Es el interés máximo que podría pagar el proyecto por los recursos utilizados si se desea que el proyecto recupere su inversión y los costos de operación. Esto es, que tenga ingresos y gastos iguales.

4.7.3. Relación beneficio-costos (B/C).

Este indicador se obtiene cuando el valor actual de la corriente de beneficios se divide por el valor actual de la corriente de costos.

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^m [Bt/(1+i)^t]}{\sum_{t=0}^m [Ct/(1+i)^t]}$$

Cuando la relación es menor de uno, el valor actual de los costos es mayor al valor actual de los beneficios y por lo tanto la inversión genera pérdidas. El criterio formal de selección en este caso, es aceptar todos los proyectos independientes con una relación de uno o mayor, cuando las corrientes de costos y beneficios se actualizan al costo de oportunidad del capital.

Es importante señalar que, debido a que en la práctica muchos de los ajustes de las cuentas financieras pueden llegar a ser muy complejos, en el análisis económico solo se dió énfasis a aquellos ajustes a las cuentas financieras que se consideraron podrían cambiar las perspectivas de la decisión de invertir en el proyecto.

5. RESULTADOS Y DISCUSION.

5.1. Evaluación de las tecnologías en campos de agricultores y su grado de difusión.

En esta sección se presentan los principales resultados de las encuestas aplicadas a los agricultores. En el caso del encalado de suelos, estos resultados son presentados agrupando la información según las tres poblaciones descritas en la sección metodológica. En lo que respecta al uso de urea la información es presentada en forma conjunta, debido a que esta innovación se recomienda a todos los productores de maíz de la región, independientemente si pertenecen o no al dominio de recomendación definido para el encalado de suelos.

5.1.1. Encalado de suelos.

5.1.1.1. Evaluación del encalado en campos de los agricultores.

Los resultados obtenidos con la aplicación de las encuestas se resumen en el Cuadro 4. La gran mayoría de los agricultores aplicaron la cal correctamente, (al voleo manual antes de la siembra e incorporaron con un paso de rastra). Además, manifestaron no tener mayor problema con este método, ya que les resultó fácil y práctico. Algunos agricultores aplicaron la cal, cuando ya el cultivo había germinado, debido a que el producto se les entregó fuera de tiempo^{6/}.

^{6/} Un retraso del laboratorio en el envío de los resultados de los análisis de suelos, impidió distribuir la cal a tiempo a aquellos agricultores que tenían parcelas con problema de acidez/toxicidad de aluminio.

Cuadro 4.- Experiencia del agricultor con el encalado de suelos. (N=26).

Variable	n	%
¿Como aplicó la cal?		
Al voleo manual, después de siembra	3	11,53
Al voleo manual, antes de siembra	23	88,46
¿Cómo consideró aplicación?		
Fácil	25	96,1
Difícil	1	3,8
¿Cuántos observaron efecto?		
	22	84,7
¿Cuándo?		
A la germinación	18	81,8
A la cosecha	4	18,2
¿Cuál fue el incremento de rend./ha?		
	1,23	(±0,13)*
¿Cómo le pareció el aumento en rend.?		
Bueno	19	73,1
Regular	2	7,7
Malo	5	19,2
¿Cuántos que señalaron que la cal es positiva?		
	21	80,7
¿Porque?		
Aumenta el rendimiento	14	66,6
Aumenta el rend. y es insecticida	7	33,3
¿A cuántos le preguntaron algo de la cal?		
	18	69,2
¿Qué le han preguntado?		
Sobre el aumento en rend.	18	100
¿A cuántos visitaron su parcela?		
	15	84,6
¿Cuántos Pedirían crédito para encalar?		
	24	92,3

* Error estándar

Fuente: Encuesta a productores. 1991.

El incremento de rendimiento/hectárea, cuantificado por los mismos agricultores fue muy consistente (error estándar muy pequeño) y además bastante similar a los obtenidos en los experimentos y parcelas de validación/demostración establecidos en ciclos anteriores.

La mayoría de los agricultores atribuyó el incremento de rendimiento al encalado de suelos, argumentando que en este ciclo de cultivo la única variante fue haber aplicado cal al suelo.

Los productores consideraron este incremento de rendimiento muy bueno y manifestaron que hasta ahora, es la única alternativa de solución que tienen para aumentar sus ingresos.

Los agricultores que no observaron efecto de la cal, fueron precisamente los que aplicaron la cal incorrectamente, cuando el maíz ya había germinado. Esta ausencia de efecto en el rendimiento es explicada por los resultados de la serie de experimentos establecidos en la región, los cuales han indicado que el principal efecto de la cal es al inicio del cultivo⁷.

Es importante señalar que estos agricultores, al visitar otras parcelas encaladas, donde sí hubo incremento en el rendimiento, están conscientes que la ausencia de efecto fue debida a la aplicación tardía de la cal e inclusive están dispuestos a pedir crédito para encalar otra parcela.

70% de los agricultores reportaron haber sido interrogados por otros productores al final de la cosecha, para preguntarles principalmente sobre el aumento del rendimiento. Además durante el ciclo del cultivo, la mayoría (85%) de los agricultores que encalaron, recibió visitas de otros productores en sus parcelas.

⁷/ La serie de ensayos establecidos en la región permiten deducir que al igual que en el caso de frijol (Buerkert, 1989), la acidez afecta tanto la germinación del maíz como la probabilidad de sobrevivencia de las plantas nacidas. Triomphe (1990).

Esto último, demuestra el interés que el encalado ha producido entre los productores de maíz, a pesar de que en este año no se hicieron actividades oficiales de difusión de las tecnologías. (De la Piedra 1991, comunicación personal).

El 93% de los agricultores respondieron estar de acuerdo en pedir crédito para encalar otra parcela, lo cual indica, el alto grado de aceptación que ha tenido esta innovación por parte de los agricultores.

La característica de la tecnología que más les gustó a los agricultores, es que aumentó el rendimiento de grano, aún en condiciones de un ciclo de cultivo con periodos críticos de baja precipitación. Este resultado coincide con lo señalado por Hibon (1987), en el sentido de que una tecnología es adoptada por los productores, si ésta es compatible con su sistema de producción, rentable y con poco o ningún riesgo asociado.

5.1.1.2. Difusión del encalado entre los agricultores.

Según se aprecia en el Cuadro 5, la práctica del encalado se ha difundido masivamente entre los productores, dado que un alto porcentaje (85,7%) de agricultores que aún no han usado esta innovación en sus parcelas, tiene conocimiento de que aumenta el rendimiento.

Se observa que el principal medio de difusión de la tecnología han sido los mismos agricultores, a través de pláticas entre ellos y visita a parcelas donde se ha usado la innovación.

Esta situación probablemente ha sido motivada por dos causas: 1) algunas deficiencias en la asistencia técnica proporcionada a los productores. En el Cuadro 6 se observa, que a pesar de que la mayoría de los agricultores han recibido alguna vez asesoría técnica, por instituciones oficiales, ésta no ha sido muy eficiente en cuanto al lugar y continuidad de la misma, y 2) a los efectos del encalado

sobre el rendimiento de grano de maíz, el cuál empieza a observarse desde la germinación del cultivo.

El 90,5% de los agricultores estuvo de acuerdo en pedir crédito para encalar una parcela, aún sin haber evaluado la innovación en sus campos.

Cuadro 5.- Difusión del encalado de suelos entre los agricultores que no lo han usado. (N=21).

VARIABLE	n	%
¿Cuántos agricultores saben de la cal?	18	85,7
¿Que saben?		
aumenta el rendimiento	16	88,9
desinfecta el suelo	1	5,5
no funciona	1	5,5
¿Cómo se enteró?		
Otros agricultores	9	50,0
Técnicos	6	33,3
Ambos	3	16,6
¿Cuántos visitaron alguna parcela encalada?	14	77,7
¿Cuántos pedirían crédito para encalar?	19	90,5

Fuente: Encuesta a productores. 1991.

Este valor indica que el encalado en particular, es una tecnología apropiada a las circunstancias del dominio de recomendación y que no necesariamente cada agricultor debe evaluar la innovación en su parcela para su posterior adopción.

Lo más importante es que los agricultores con los cuales se valide y demuestre la tecnología, deben ser representativos del dominio de recomendación en cuestión y que tengan sus parcelas ubicadas estratégicamente.

Cuadro 6.- Características de la asesoría técnica oficial otorgada a los agricultores.

VARIABLE	n	%
¿Ha recibido asesoría técnica (N=56)?	41	73,2
Instituciones que asesoran (N=41)		
SARH	35	85,4
INIFAP	1	2,4
FIRA	1	2,4
BANCO	1	2,4
No recuerda	3	7,3
Lugar de la entrevista (N=39)		
Casa ejidal	14	35,9
Parcela	14	35,9
Casa ejidal y parcela	7	17,9
Hogar	4	10,2
Fecha última entrevista (N=39)		
0 a 3 meses	4	10,8
3 a 6 meses	11	29,7
6 a 12 meses	16	43,2
mas de 12 meses	6	16,2

Fuente: Encuesta a productores. 1991.

Estos resultados señalan que cuando una innovación tecnológica está adaptada a las circunstancias y prácticas de los agricultores, el proceso mental de adopción individual

señalado por Rogers (1966), puede obviar la etapa de ensayo, en la cuál el agricultor usa la nueva tecnología en pequeña escala para determinar su utilidad en su propia situación.

Con la finalidad de conocer si la decisión de pedir crédito, estaba influida por el hecho de haber evaluado o no el encalado en sus parcelas, se realizó una prueba de hipótesis.

Se comparó estadísticamente dentro del dominio de recomendación, la población de agricultores que habían encalado, versus la población que no había encalado, con respecto a su decisión de pedir crédito para encalar una parcela.

La hipótesis nula sometida a prueba de "t", establecía que no había diferencias entre ambas poblaciones de agricultores sobre la decisión de pedir crédito, esto es:

$$H_0 : P_1 = P_2$$

El Cuadro 7 muestra los resultados de la prueba, según los cuales, al ser "t" calculada menor que "t" de tablas no se rechaza la hipótesis nula. La diferencia observada en la proporción de agricultores que quieren pedir crédito, de ambas poblaciones, no es estadísticamente significativa.

Se concluye, por tanto, que el hecho de que los agricultores no hayan evaluado previamente la innovación en su parcelas no está influyendo en su decisión de pedir crédito para encalar.

El alto porcentaje de agricultores muestreados que han asimilado el encalado de suelos, nos dice, no solamente que la tecnología generada ha sido agroeconómicamente viable para los agricultores del dominio de recomendación, sino que además, seguramente representa una respuesta y una solución a un problema prioritario de producción, que estos agricultores están enfrentando.

Cuadro 7.- Prueba estadística con respecto a la decisión de pedir crédito.

	Encalaron (P_1)	No encalaron (P_2)
Tamaño muestra	26	21
Sí crédito (p)	0,92	0,90
No crédito (q)	0,08	0,10
Varianza (p_1-p_2)		0,0067
Desv. estandar (p_1-p_2)		0,0819
t_c		0,02222
Grados de libertad		45
$t_{0,05}$		2,021
$t_{0,01}$		2,704

FUENTE: Elaborado por el autor.

A pesar de que la difusión del encalado de suelos ha sido satisfactoria, se debe tener cuidado al seleccionar a los agricultores que pretendan encalar una parcela. esto es debido a que durante la aplicación de las encuestas, el 100% de los agricultores que no pertenecían al dominio de recomendación, señalaron estar de acuerdo en pedir crédito para encalar su parcela; argumentando la mayoría de ellos que si el encalado aumentaba el rendimiento en suelos degradados, en suelos mejores este aumento podría ser aún mayor.

Los resultados obtenidos con la encuesta realizada a esta población de agricultores, señalan la importancia que reviste el conocimiento previo de los resultados de los análisis de los suelos para tomar la decisión de encalar o no un determinado sitio. Dado que además de no ser rentable encalar un sitio, sin problema de acidez, se podrían desencadenar otros problemas en la fertilidad de los suelos, dentro de los cuales estan deficiencias de cobre y zinc, desbalance en la relación calcio/magnesio y ocasionar la formación de compuestos insolubles que limite la absorción de fosforo. Campo Experimental Centro de Chiapas (1987).

5.1.2. Uso de urea.

En la encuesta realizada en el año de 1983, al inicio del proyecto, ningún agricultor había usado urea, debido a que FERTIMEX (Fertilizantes Mexicanos) no lo distribuía en la región.

Después de los primeros ciclos experimentales, el proyecto ICA demostró que para una misma dosis de nitrógeno (160 kg/ha) no había diferencia estadísticamente significativa al usar urea (46% de N) o sulfato de amonio (20,5% de N). Dado que el precio de campo de un kg de nitrógeno proveniente de urea, es 30% más barato que el precio de un kg de nitrógeno proveniente de sulfato de amonio, era razonable promover la fuente de nitrógeno más barata y además menos acidificante que el sulfato de amonio. Hibon (1987).

El proyecto ICA empezó a difundir los resultados a nivel inter-institucional, logrando que para el año 1986 hubiera urea disponible en la región, aunque en un mínimo porcentaje comparado con la cantidad que se seguía surtiendo de sulfato de amonio.

De los resultados de las encuestas mostrados en el Cuadro 8, en primer lugar, se observa que un alto porcentaje de agricultores han usado urea alguna vez, como fuente de nitrógeno en lugar del sulfato de amonio. Sin embargo, al analizar la dosis de nitrógeno aplicadas, éstas son muy heterogeneas y con marcada tendencia a ser mucho más elevadas que la dosis de 160 kg/ha de nitrógeno, recomendada técnicamente para el cultivo de maíz en la región.

Estos resultados indican que el uso de urea no ha aprobado todos los criterios de adopción, puesto que, aunque los agricultores han cambiado de fuente de nitrógeno, no han seguido las recomendaciones en cuanto a la dosis/hectárea que se debe aplicar de este nutrimento. Esta adopción parcial, lejos de beneficiar a los agricultores, les eleva los costos de producción.

Por otro lado, también existe una aparente confusión entre los agricultores sobre en cuál tipo de textura de suelo funciona mejor la urea. En efecto, más del 60% de los agricultores encuestados señalaron que la urea sólo funciona en suelos arcillosos. Sin embargo, para otros agricultores funciona igual, tanto en suelos arenosos, como arcillosos, siempre que la urea se incorpore cuando el suelo este húmedo.

Probablemente las altas dosis de nitrógeno en forma de urea aplicadas, sin incorporar, en suelos secos, sea la causa de esta impresión de los agricultores y también la explicación de por qué los agricultores que han usado urea alguna vez, argumentan que no siguieron usándola porque esta fuente es más cara que el sulfato de amonio.

Probablemente, el uso excesivo de urea pueda ser debido a falta de información técnica, puesto que la mayoría de los agricultores de la región acostumbran medir su fertilizante en bultos y no en kg de nutrimentos. Otra causa probable, es que en las parcelas de validación/demostración no se han invitado a los productores al momento de las aplicaciones de urea y sulfato de amonio (para que puedan apreciar la diferencia en el número de bultos de ambas fuentes) y en la época de cosecha (para que se les explique que no hay efecto en el rendimiento por cambiar de fuente).

Algunos agricultores manifestaron que el técnico les había asesorado con respecto al uso y manejo adecuado de la urea, sin embargo ellos consideraron que el número de bultos por aplicar era insuficiente, por lo que ajustaron la dosis de acuerdo con su experiencia o sugerencias de otros agricultores.

Por otro lado, los agricultores que nunca han usado urea señalaron que no lo han hecho porque esta fuente es muy cara y que no funciona en suelos arenosos, lo cual indica el grado de difusión que ha tenido esta situación entre los agricultores.

Cuadro 8. Opinión de agricultores sobre uso de urea (N=55).

Variable	n	%
¿Cuántos han usado urea alguna vez?	39	71
¿Cuándo la usaron?		
En este ciclo de cultivo	20	51,3
Cuánto nitrógeno aplicó (kg/ha)	206 (± 74)*	
En otros ciclos de cultivo	19	48,7
Cuánto nitrógeno aplicó (kg/ha)	237 (± 32)*	
¿Cómo calculó la dosis por aplicar?		
Experiencia del agricultor	20	51,3
Asesoría de técnicos	19	48,7
¿En qué suelos es mejor la urea?		
Arenosos	3	7,8
Arcillosos	24	63,1
Ambos tipos	12	31,6
¿Cuántos agricultores que habían usado urea en ciclos anteriores no usaron este año?	15	80,0
¿Por qué no siguieron usando?		
Alto costo por tonelada	7	46,6
No es buena en suelos arenosos	7	46,6
¿Cuántos agricultores que nunca han usado urea han escuchado algo sobre esta fuente de N?	13	81,2
¿Qué han escuchado?		
No funciona en suelos arenosos	9	69,2
Funciona en todos los suelos	4	30,8
¿Por qué no han usado urea?		
Es cara	8	61,5
El suelo es arenoso	5	38,5

* Error estandar.

Fuente: Encuesta a productores. 1991.

Debido a que los beneficios del cambio de fuente de fertilizante nitrogenado no ha logrado todavía llegar a los agricultores de la región, ya sea porque están aplicando una cantidad excesiva de urea, o porque aparentemente existe un efecto diferencial en los tipos de suelo, llevaron a decidir no incluir los beneficios de esta innovación en el análisis de la rentabilidad del proyecto ICA. Sin embargo, dado que el trabajo consiste en la evaluación del paquete cal-urea, los costos por hectárea adicionales para transferir correctamente el uso de urea, son incluidos en el análisis.

Los resultados anteriores permiten concluir que la hipótesis de asimilación y difusión de las tecnologías, se acepta completamente para el encalado de suelos y solo en forma parcial para el cambio de fuente nitrogenada.

5.2. Estimación del patrón anual de adopción.

De acuerdo con la decisión tomada con respecto al uso de urea, la estimación del patrón anual de adopción sólo fue realizada para el encalado de suelos.

Según los lineamientos metodológicos presentados en el apartado 4.6 del Capítulo anterior, se asumieron tres alternativas para estimar la secuencia de adopción, a través de los años.

Para todas las alternativas se consideró que es posible alcanzar en el futuro, un techo de alrededor de 0,90. Es decir, que a largo plazo, un 90% de las 33.500 hectáreas cultivadas de maíz en el dominio de recomendación tenga incorporada la práctica del encalado.

Este valor de 90% fue obtenido considerando que el encalado es una innovación que satisface los siguientes criterios: 1) disponibilidad de cal en la región (existen varias caleras del sector privado); 2) es compatible con el sistema de cultivo actual; 3) su complejidad de manejo y divisibilidad es similar a la del nitrógeno y fósforo que los

agricultores tradicionalmente usan; 4) es rentable con una tasa marginal de retorno estimada en 263%, por hectárea, incluyendo los efectos residuales y descontando el incremento mínimo de rendimiento necesario para rentabilizar el costo de la cal agrícola y del capital; y 5) poca sensibilidad al riesgo, las evidencias acumuladas en La Fraylesca durante el período 1984 a 1990, han mostrado que la sensibilidad del encalado a la incertidumbre de la precipitación es reducida. Hibon (1989).

En este trabajo la elección de un techo de 90%, ha sido bastante riguroso y conservador, justificándose, además, porque en las encuestas, el 91% de los agricultores del dominio de recomendación están de acuerdo en solicitar crédito para encalar una parcela.

5.2.1. Alternativa de adopción uno.

Esta alternativa asume que la adopción continuará en forma constante a partir del año de 1991, o sea, que en cada uno de los próximos años se encalaran 1.910 hectáreas. En el Cuadro 9, se presentan los valores de adopción obtenidos.

Bajo esta alternativa se observa que en el año 2006, o sea, diecisiete años después de haberse iniciado la adopción, se alcanzaría la máxima adopción potencial del encalado.

5.2.2. Alternativa de adopción dos.

Esta alternativa asume que la adopción del encalado de suelos se comportará según la estimación de una función logística. Esta función puede ser estimada conociendo los valores $h_i(t_1)$, $h_i(t_2)$ y K_1 . Es decir, conociendo la proporción de adopción del encalado en dos puntos en el tiempo y el techo o máxima o adopción esperada.

Cuadro 9. Superficie (en hectáreas) encalada con la alternativa de adopción uno.

Año	Proporción	acumulativas.	netas
1990	0,0096	321	321
91	0,0665	2.231	1.910
92	0,1236	4.141	1.910
93	0,7282	6.051	1.910
94	0,1806	7.961	1.910
95	0,2946	9.871	1.910
96	0,3516	11.781	1.910
97	0,4087	13.691	1.910
98	0,4657	15.601	1.910
99	0,5227	17.511	1.910
2000	0,5797	19.421	1.910
01	0,6367	21.331	1.910
02	0,6938	23.241	1.910
03	0,7508	25.151	1.910
04	0,8078	27.061	1.910
05	0,8648	28.971	1.910
06	0,9000	30.150	1.179

FUENTE: Elaborado por el autor.

El proyecto ICA de La Fraylesca inició con un diagnóstico de la región a fines del año 1983, momento en el cual se detectó la problemática y se diseñó la estrategia de investigación.

El tiempo transcurrido desde el inicio del proyecto hasta que el encalado se adoptó fué de seis años. Es decir, durante el periodo 1983-89 no hubo adopción del encalado debido al desarrollo del proyecto.

Se consideró $hi(t_1)$ como la superficie de 321 hectáreas que se encalaron en el año 1990, las cuales al dividirse entre la superficie total del dominio de recomendación (33.500 has.) dan como resultado un $hi(t_1=1990)=0,0096$; para el caso de $hi(t_2)$, se consideraron las 1.910 hectáreas que se encalarán en 1991, las cuales al adicionarse a las 321 encaladas en 1990 se obtiene un total acumulado de 2.231 hectáreas, dando como resultado un $hi(t_2=1991)=0,0665$. Cabe

mencionar que el dato para 1991 es real en el sentido de que la cal ya fue repartida a los agricultores para su próxima aplicación, esto pudo comprobarse durante la aplicación de las entrevistas. Con respecto al parámetro K, se consideró el techo de 90% descrito anteriormente.

Utilizando los valores de $h_i(t_1=1990)$, $h_i(t_2=1991)$ y K, señalados anteriormente, fueron determinados los parámetros A y B, cuyos valores encontrados son:

$$A1 = -6,5214$$

$$B1 = 1,9915$$

Los cuales una vez insertados en la fórmula rinden una función logística:

$$h_i(t) = 0,90[1 + \exp -(-6,5214 + 1,9915 t)]^{-1}$$

Para estimar el número de hectáreas de maíz cultivadas con el encalado en el año t, como resultado de la acción del proyecto [$HAS_i(t)$], primero se estimó la proporción neta de adopción de la alternativa en cada año [$H_i(t)$].

Ambas variables se calcularon de la siguiente manera:

$$H_i(t) = h_i(t) - h_i(1) \quad y$$

$$HAS_i(t) = H_i(t) * 33.500$$

donde:

$h_i(t)$ es la proporción de adopción en el encalado en el año t.

$h_i(1)$ es la proporción de adopción del encalado que existía en el año previo al comienzo de la difusión del por el proyecto y; 33.500 representa el número de hectáreas de maíz en el dominio de recomendación.

Los resultados del Cuadro 10, indican, que dadas las tasas de adopción actual, a partir de 1997 prácticamente se alcanzaría la máxima adopción potencial, o sea, ocho años después de haberse iniciado la adopción del encalado.

Cuadro 10. Superficie encalada (en hectáreas) con la alternativa de adopción dos.

Año	Proporción	acumulativas.	netas
1990	0,0096	321	321
91	0,0665	2.231	1.910
92	0,3299	11.052	8.821
93	0,7282	24.396	13.344
94	0,8719	29.210	4.814
95	0,8961	30.018	808
96	0,8995	30.132	114
97	0,8999	30.147	15
98	0,8999	30.147	0
99	0,8999	30.147	0

FUENTE: Elaborado por el autor.

5.2.3. Alternativa de adopción tres.

Esta alternativa asume que la adopción continuará en forma constante a partir del año 1991, pero a un ritmo de 1.000 hectáreas encaladas por año.

Los valores de adopción obtenidos son presentados en el Cuadro 11. Se observa que bajo el supuesto de esta alternativa se espera que el máximo de superficie potencial encalada sea alcanzada en el año 2019, o sea treinta y un año después de haberse iniciado el proceso de adopción.

Un resumen de los valores obtenidos en cada una de las alternativas de adopción son representados gráficamente en la Figura 8. La alternativa tres al ser formulada para estimar una demora en la ejecución del proyecto, presenta el flujo con mayor número de años. Por el contrario, con la alternativa dos el máximo de adopción se alcanza en un periodo menor de tiempo.

Cuadro 11.- Superficie (en hectáreas), encalada con la alternativa de adopción tres.

Año	Proporción	acumulativas	netas
1990	0,0096	321	321
91	0,0665	2.231	1.910
92	0,0964	3.231	1.000
93	0,1263	4.231	1.000
94	0,1806	5.231	1.000
95	0,1561	6.231	1.000
96	0,2158	7.231	1.000
97	0,2457	8.231	1.000
98	0,2755	9.231	1.000
99	0,3054	10.231	1.000
2000	0,3352	11.231	1.000
01	0,3651	12.231	1.000
02	0,3949	13.231	1.000
03	0,4248	14.231	1.000
04	0,4546	15.231	1.000
05	0,4845	16.231	1.000
06	0,5143	17.231	1.000
07	0,5442	18.231	1.000
08	0,5740	19.231	1.000
09	0,6039	20.231	1.000
10	0,6338	21.231	1.000
11	0,6636	22.231	1.000
12	0,6935	23.231	1.000
13	0,7233	24.231	1.000
14	0,7532	25.231	1.000
15	0,7830	26.231	1.000
16	0,8129	27.231	1.000
17	0,8427	28.231	1.000
18	0,8726	29.231	1.000
19	0,9000	30.150	919

FUENTE: Elaborado por el autor.

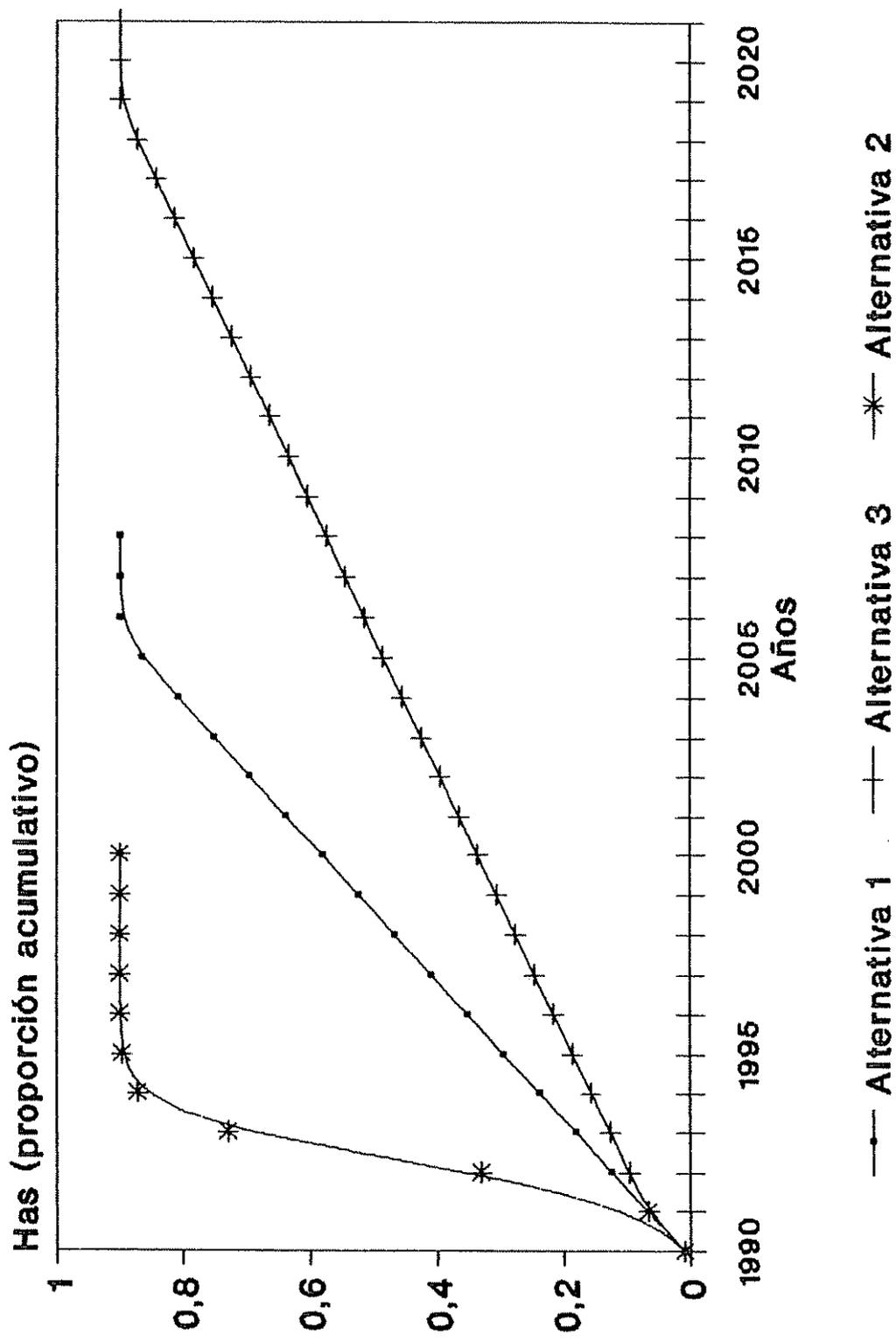


Figura 8. Curvas de adopción del encalado de suelos.

5.3. Los aumentos en rendimientos por el encalado de suelos.

Dalrymple (1980), ha remarcado la existencia de un desbalance entre la relativamente sofisticada metodología desarrollada en la medición de los beneficios anuales (medida por el área debajo de las curvas de oferta y demanda) y la pobre estadística sobre la cuál se aplica el aparato metodológico, especialmente cuando se mide el efecto de la nueva tecnología sobre los rendimientos. El autor señala que la mayoría de los estudios de evaluación han usado datos de rendimientos publicados en estadísticas regulares por organismos gubernamentales, ignorando la información generada a nivel experimental.

En el caso particular del proyecto ICA de La Fraylesca, la fuente de datos fueron los resultados de los ensayos experimentales y parcelas de validación/demostración, los cuales fueron concebidos con la nueva metodología ICA, de forma tal que las variables no experimentales son endógenas al modelo experimental entrando a los niveles de la práctica corriente del agricultor. Es decir, las prácticas representativas del productor se encuentran presentes en los ensayos, tanto en las variables experimentales como en los niveles testigos. La confiabilidad de esta fuente de datos fue verificada con las encuestas aplicadas a los agricultores, en donde se les preguntó explícitamente sobre el aumento del rendimiento observado al aplicar cal en sus campos.

Los rendimientos estimados de esta manera se presentan en el Cuadro 12. Se observa que, el efecto del encalado no es permanente en el tiempo, ya que solo dura cuatro años, regresando posteriormente al nivel inicial de rendimientos, es decir, al que se obtenía antes de aplicar la cal.

En el contexto del manejo integrado de los recursos naturales, la práctica del encalado es solo una solución

parcial y temporal al problema de degradación de suelo presente en La Fraylesca.

Para lograr un aprovechamiento sostenido del suelo en la región, es necesario que después de encalar, se instrumenten otras prácticas de conservación y recuperación de su capacidad productiva, tales como, rotación de cultivos, abonos verdes, prácticas y medidas de conservación, etc., que se adapten a las circunstancias agroecológicas y socioeconómicas de los agricultores.

Cuadro 12. Efecto del encalado de suelos sobre el rendimiento de grano de maíz (ton/ha).

	Año	Cal (2,0 ton/ha)		diferencia rendimiento
		Sin	Con	
Rendimiento				
observado (a)	1	2,45	3,65	1,20
esperado (b)	2	2,45	3,35	0,90
esperado (b)	3	2,45	3,06	0,60
esperado (b)	4	2,45	2,75	0,30
esperado (b)	5	2,45	2,45	0,0

(a) Incremento promedio el primer año = 1,2 ($\pm 0,5$), parcelas de validación/demostración 1987-1989.

(b) Experimentos anteriores (1984-87) permiten considerar que el encalado tiene un efecto residual, linealmente decreciente en el tiempo, durante 3 ciclos posteriores al de su aplicación.

Fuente: Informes proyecto ICA, 1988 y 1990.

En resumen, la misma información generada por el proceso de investigación del proyecto ICA (encuestas y ensayos) fue utilizada para el análisis.

5.4. Los precios sociales

5.4.1. El precio social del maíz.

México es actualmente el tercer productor de maíz en América Latina, después de Brasil y Argentina, con una producción, en 1988, estimada en 10,5 millones de toneladas de grano. Pero mientras Brasil logra cubrir sus necesidades y Argentina exporta más de lo que consume, México lo importa de manera creciente, desde 1970, habiendo alcanzado 3,3 millones de toneladas en 1986-88. Para 1989/90, se estimó que México importó alrededor de 10 millones de toneladas de granos básicos, de las cuales cuatro fueron de maíz. De todos los países en desarrollo, México se ha convertido, año con año, desde 1980, el segundo en cuanto al volumen de granos importados, después de China, (Hibon, 1990). Del análisis del Anexo 5 se obtienen deducciones similares.

Con base en lo anterior, se deduce que el maíz producido por el encalado de los suelos, no se añade a las disponibilidades de la economía sino que sustituye otra fuente de abastecimiento, el mercado externo, dejando constante el total disponible. Es así como la producción neta del proyecto de la Fraylesca se refleja realmente en los recursos liberados de otra fuente de abastecimiento. Dasgupta y Sen (1972).

Es evidente que, por lo que respecta a la economía en su conjunto, la producción real de este proyecto de sustitución de importaciones, es la cifra neta de divisas ahorradas.

El mercado de maíz en México es regulado por el gobierno. El precio de garantía, vía precio esperado medio rural, regula la cantidad ofrecida en el mercado interno y el precio de venta de la CONASUPO, (Compañía Nacional de Subsistencias Populares) influye indirectamente sobre la cantidad demandada al actuar sobre el precio libre de mercado.

Los cambios en las cantidades producidas y demandadas, causadas por cambios en el precio medio rural esperado y el precio de venta del maíz por el gobierno, se reflejan en cambios en las magnitudes de los saldos totales netos. Es importante destacar, que "los cambios en los saldos netos de maíz, responden más a cambios en las cantidades ofrecidas que a cambios en las cantidades demandadas." (Anexo 6). Plascencia y Hernández (1983).

El Estado de Chiapas, donde se encuentra la región de La Fraylesca (lugar de desarrollo del proyecto), es una zona exportadora. Uno de los lugares hacia donde dirige su producción, es a los estados de Oaxaca, Tabasco y el sur de Veracruz. En específico, la región de La Fraylesca exporta a esos Estados el 70% de su producción. De la Piedra (1987).

En el Cuadro 13, se presentan datos comparativos sobre la producción y consumo de maíz de los Estados a donde se exporta maíz de Chiapas.

Cuadro 13. Saldo neto de los estados a los que se exporta maíz procedente de Chiapas. Datos de 1985.

Estado	Producción (ton)	Consumo (ton)	Saldo (ton)
Chiapas	1.460.524	528.863	931.661
Oaxaca	478.810	539.059	-60.242
Veracruz	757.809	1.160.282	-402.473
Tabasco	93.195	256.414	-163.219

Fuente: Bodegas Rurales CONASUPO, S.A. de C.V. Gerencia Regional Istmo. Información operativa 1990.

Por lo tanto, en la evaluación social se utilizó el precio del mercado internacional ajustado por los costos de transportes y las distorsiones del tipo de cambio. En este caso de importación de maíz, se agregaron los costos del

transporte interno y de manejo al precio CIF para llegar a un precio social equivalente al precio de paridad de importación.

Cuando el mercado de divisas no es lo suficientemente competitivo como para expresar la disposición a pagar por monedas extranjeras, es importante identificar y corregir adecuadamente las distorsiones del tipo de cambio, porque afectan los precios internos de los artículos comerciados. Morris (1990).

Byerlee y Longmire (1985), analizaron la evolución del mercado de divisas comparando los tipos de cambios vigentes con la tasa de inflación en México y Estados Unidos, encontrando una sobrevaluación de la divisa en la mayor parte del periodo analizado.

Cuando la moneda nacional está sobrevaluada, los artículos importados parecen más baratos en términos de la moneda nacional (porque pueden adquirirse con menos unidades de la moneda nacional sobrevaluada), mientras que los artículos exportados parecen más caros para los compradores extranjeros (porque se requieren más unidades de la moneda extranjera para pagarlos). Morris (1990).

En el caso de México, esto quiere decir, que si no se hace un ajuste para corregir las distorsiones del tipo de cambio, habrá un sesgo en el precio social del maíz a favor de la importación.

Según Morris (1990), la estimación de un tipo de cambio de equilibrio que sea real y exacto, puede presentar problemas importantes. Entre otras cosas, la cuestión puede ser políticamente delicada: los funcionarios gubernamentales de muchos países en desarrollo se muestran renuentes a reconocer y mucho menos a discutir, la sobrevaluación o subvaluación del tipo de cambio. Aún cuando se pueda discutir abiertamente el problema, a menudo no es fácil estimar el grado de distorsión.

En este trabajo, se utilizó el tipo de cambio de equilibrio estimado recientemente por Sagarnaga (1990), en un

trabajo sobre ventajas comparativas y política agrícola en la producción de maíz en México. (ver Anexo 7).

Los precios CIF y FOB de maíz tomados como base en los cálculos, también fueron obtenidos de Sagarnaga (1990). Debido a que este autor utilizó precios proyectados en lugar de precios actuales, con la finalidad de superar el problema de la variabilidad de los precios del mercado internacional.

A estos precios, se le adicionó la información referente a los centros de consumo y de producción, para llegar a un precio social equivalente al precio paritario de importación de maíz en La Fraylesca. (Anexo 8).

A pesar de que México importa maíz amarillo, se utilizó el precio social del maíz blanco equivalente a 500.780,00 pesos mexicanos, debido a que en el mercado interno el maíz amarillo se considera de menor calidad y su precio está por debajo (aproximadamente un 20%) que el pagado por el maíz blanco. Es decir, al importarse maíz amarillo se está incurriendo en un costo por calidad de aproximadamente 20% con respecto al maíz blanco. (Morris, 1990, comunicación personal).

5.4.2. El precio social de la cal

Además de los costos considerados en el proyecto ICA, se debe tener en cuenta la inversión en cal agrícola que demandan las 33.500 hectáreas del dominio de recomendación.

La cal agrícola es un insumo con un precio no controlado por el gobierno y sólo utilizado en actividades agrícolas. Si se estima que la demanda adicional que generaría el proyecto no disminuirá los suministros existentes, el precio social de la cal agrícola debe ser evaluado en términos de los recursos utilizados en producirla.

Por otro lado, si se estima que la cal utilizada en el proyecto reduce las disponibilidades y hay competitividad en

la compra, el precio de mercado es una buena medida de la disposición a pagar.

En este estudio se utilizó el segundo concepto, el cuál también, ya fue usado por Pagliettini (1986), en un trabajo sobre retroalimentación de política agrícola en la región de La Fraylesca.

Dentro del precio de campo social del encalado se debe incluir también, el costo de la mano de obra necesaria para su aplicación.

El precio de la mano de obra en un mercado perfectamente competitivo (situación tan imposible de alcanzar), estaría determinado por el valor de su productividad marginal. Es decir, el salario sería igual al valor del producto adicional que un trabajador adicional puede producir. A un agricultor le compensaría contratar un trabajador adicional (para aplicar la cal, por ejemplo) en tanto este trabajador extra incrementará la producción total en un valor superior al del jornal que el agricultor tendría que pagarle. Gittinger (1989).

Sin embargo, si el mercado de mano de obra es imperfecto, no debe equipararse la producción renunciada con el salario de mercado. Los mercados imperfectos se encuentran a menudo en las zonas rurales, sobre todo en las épocas de escasa actividad agrícola. Squire y Van der, (1975). En estas circunstancias, es frecuente que el salario del mercado esté por encima del precio de oferta de la mano de obra (es decir, el salario por el que el obrero está dispuesto a trabajar), lo que supone que hay un excedente de mano de obra en la zona.

En la región de La Fraylesca, la disponibilidad de mano de obra no representa mayor problema, aunque existe mayor demanda en los periodos de siembra y cosecha del maíz, en los que se supone que la mano de obra esta plenamente empleada. De la Piedra (1987).

El proyecto ICA requiere mano de obra fuera de las épocas de mayor demanda en la región, cuando muchos

trabajadores agrícolas están desempleados, o bien, ocupados de manera no muy productiva en esa temporada. El ocuparlos en el encalamiento de los suelos pudiera representar un costo de oportunidad, considerablemente menor que el salario de mercado prevaleciente. Gittinger (1989).

Bajo este contexto y de acuerdo con la poca información disponible, se ha asumido en la región que el costo de oportunidad de la mano de obra agrícola, representa el 60% del salario prevaleciente en el mercado. En el año de 1990 el salario de mercado fue estimado en 10.000 pesos mexicanos el jornal, el cuál una vez multiplicado por el factor 0,6 da un costo de oportunidad de 6.000 pesos. Este valor debe considerarse como una estimación preliminar, por lo que se espera que trabajos futuros que dispongan de datos más completos sobre una base anual, mejoren su estimación.

En resumen, el precio de campo social para encalar una hectárea fue estimado para el año de 1990 en \$ 290.000,00.

Los detalles del cálculo se presentan a continuación.

Cal agrícola (2,0 ton/ha).	160.000,00 \$ Mex.
Transporte Cal	100.000,00 \$ Mex.
Aplicación (5 jornales)	30.000,00 \$ Mex.
	<hr/>
Total General	290.000,00 \$ Mex.

5.5. Los flujos de beneficios netos para el encalado.

Los beneficios netos por hectárea incluyen el efecto residual del encalado y fueron realizados por el método del presupuesto parcial. Perrin, et.al (1976). Se considera que los costos variables (costo de campo social de la cal, muestreo y análisis de suelo), se pagarán en el primer año. En el Cuadro 14, se muestran los resultados obtenidos.

El flujo anual es producto de multiplicar los beneficios netos resumidos en el Cuadro 14, por la superficie de adopción neta estimadas en el apartado 5.2, para cada una de

las alternativas de adopción (un ejemplo del cálculo es mostrado en el Anexo 9).

En el cálculo fueron considerados los gastos por hectárea adicionales, inherentes a la transferencia y adopción del encalado y uso de urea a partir de 1990. Es decir, se incluyen en cada año, como gastos de mantenimiento lo siguiente: a) el costo del personal técnico que participa en las actividades de muestreo de los suelos y asesoría a los productores; b) costo de los análisis de suelos y; c) costos de la cal, incluyendo su transporte y aplicación

Los flujos resultantes para los escenarios de adopción considerados se presentan en la figura 9. La alternativa dos (curva logística) es la opción que obtiene los mayores beneficios en el menor periodo de tiempo. La alternativa tres presenta beneficios menores en un periodo mayor de tiempo.

Cuadro 14.- Beneficios netos, por hectárea por la adopción del encalado. (1000 \$ Mex. de 1990). 1990-93.

Concepto	A	Ñ	O	S
	1990	1991*	1992*	1993*
1) Incrementos de rend. de grano (ton/ha)	1,20	0,90	0,60	0,30
2) Precio maíz (1000 pesos/ton)	501	501	501	501
3) Beneficios brutos	601	451	300	150
4) Costos variable (1000 pesos/ha)	412			
Encalado (2 ton/ha)	290			
Muestreo de suelo	65			
Análisis de suelo	57			
5) Beneficios netos (3-4)	189	451	300	150

(*) Efecto residual del encalado.

FUENTE: Elaborado por el autor.

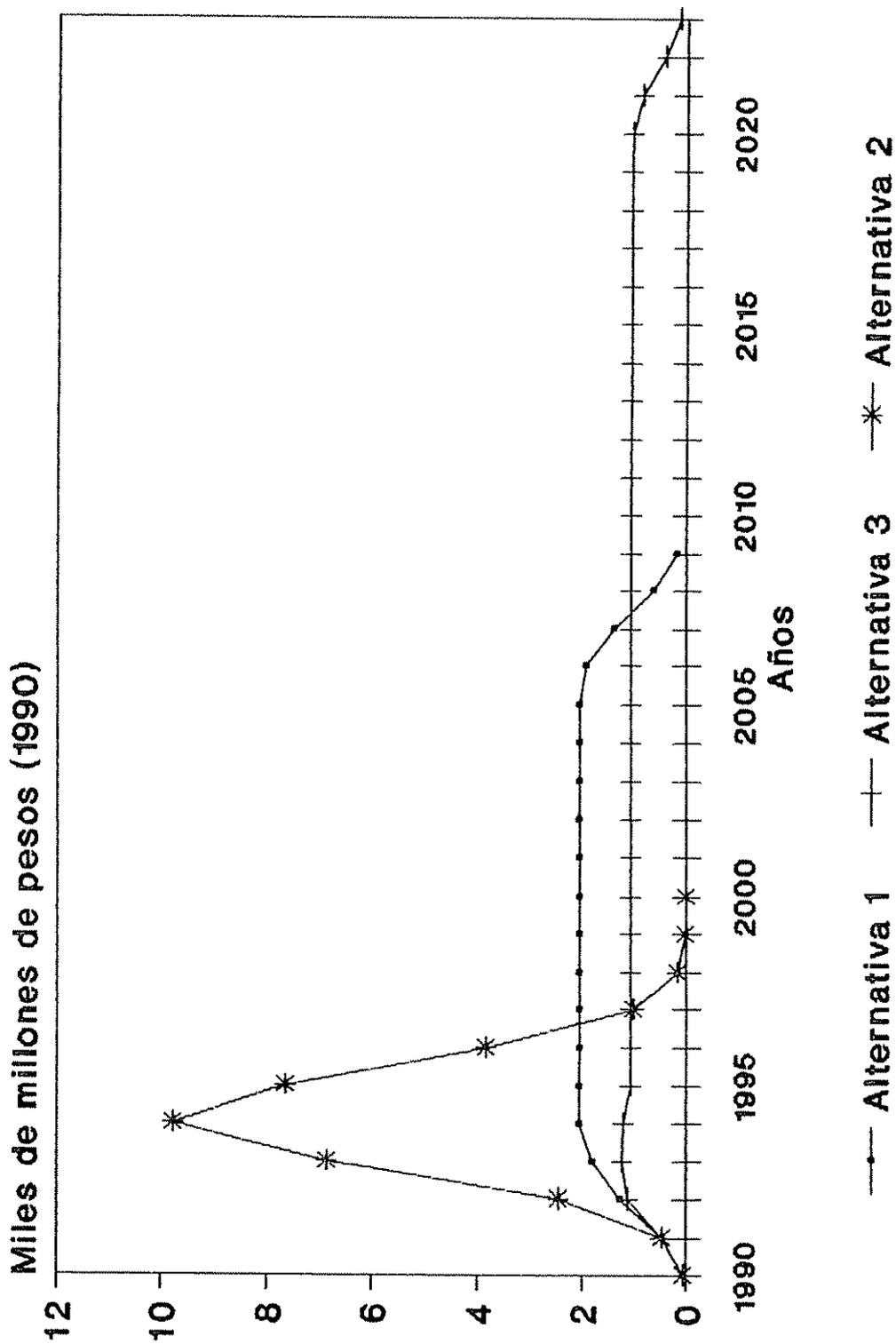


Figura 9. Curvas de beneficios netos

5.6. El flujo anual de costos de investigación.

El Cuadro 15, muestra los recursos humanos que participaron en las actividades de generación (INIFAP y CIMMYT) y de transferencia. Se observa, que la mayor parte de estos recursos se utilizaron en generación y fue el INIFAP quien participó en una mayor proporción.

Cuadro 15.- Recursos humanos que participaron durante el desarrollo del proyecto. 1983-1990.

PERSONAL	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
I.GENERACION								
Científico	2,4	2,5	3,2	3,2	2,8	3,4	2,4	1,4
Técnico	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
Auxiliar	5,0	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
II.TRANSFERENCIA					0,7	2,2	3,8	3,8

FUENTE: Registros contables del INIFAP, CIMMYT, DRRI, y FIRA. 1983-90.

En general, existe acuerdo en la literatura sobre economía del bienestar que en el caso de mano de obra calificada, el salario prevaleciente refleja razonablemente su costo de oportunidad. Irvin (1978), citado por Martínez y Sain (1983). Dado que, del total de los recursos gastados en el proyecto Fraylesca, aproximadamente el 80.% estuvo destinado al pago de salarios de mano de obra calificada y semicalificada, se usó el salario prevaleciente para valorar su uso.

Los costos relacionados a la fase de generación, se extienden desde septiembre de 1983 a marzo de 1990. Todos los costos fueron inflactados a pesos mexicanos de 1990.

A partir de 1990, o sea durante el periodo de adopción, se incluyen gastos de mantenimiento relacionados a la asistencia técnica y a los costos inherentes a la adopción del encalado y uso de urea (ver sección anterior).

En el Cuadro 16, se presenta un resumen de los gastos del proyecto por rubro considerado. Información más detallada sobre los costos se presentan en los anexos 10 y 11.

Cuadro 16.- Resumen de los gastos del proyecto (1000 de pesos mexicanos de 1990).

RUBRO	CANTIDAD	(%)
I. Generación	1.850.190	97
1.1 INIFAP	1.361.777	74 (a)
1.2 CIMMYT	488.412	26 (a)
II. Transferencia	47.203	3
Total (I+II)	1.897.393	100

(a) Con respecto al total gastado en generación.

FUENTE: Registros contables INIFAP, CIMMYT, FIRA y DDRI.

En resumen, el 97% de los costos del proyecto fueron debidos a la generación de las nuevas tecnologías, de los cuales el 74% fue aportado por el INIFAP y el resto por el CIMMYT. Unicamente 3% de los costos totales son debidos a la transferencia de las innovaciones. Conservadoramente en los costos atribuibles al CIMMYT, se incluyen también la donación de una microcomputadora y materiales de capacitación (ver Figuras 10, 11 y 12).

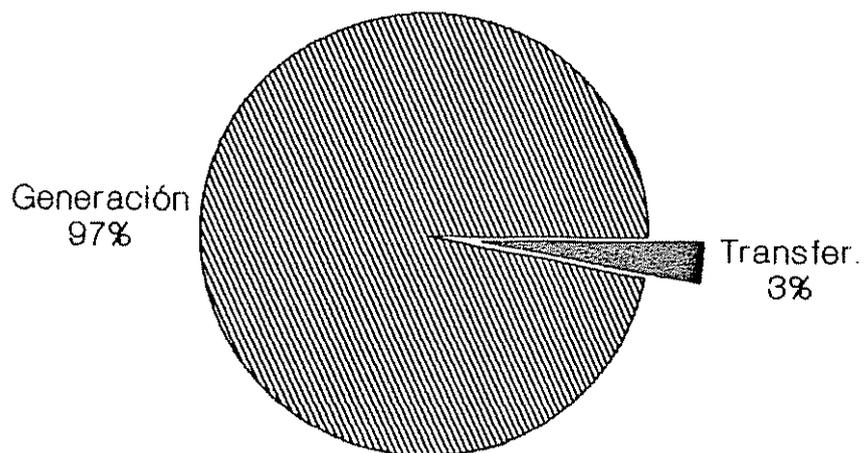


Figura 10. Distribución costos totales del proyecto.

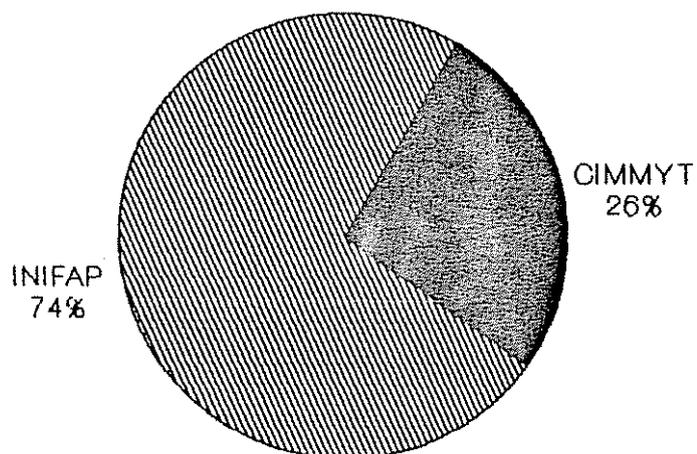


Figura 11. distribución costos de generación.

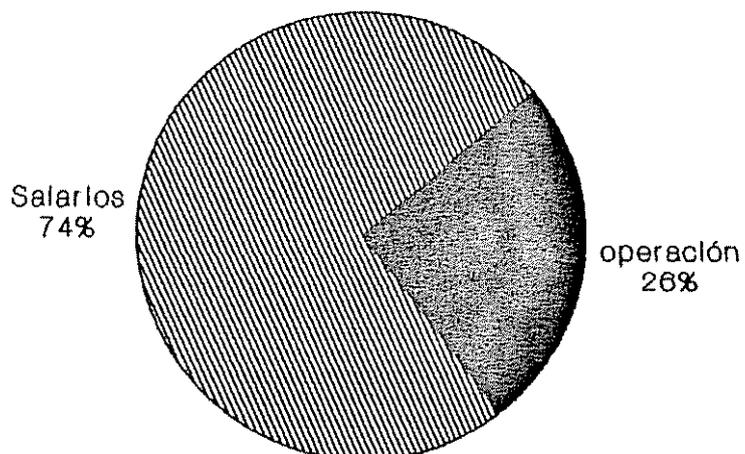


Figura 12. Distribución costos INIFAP.

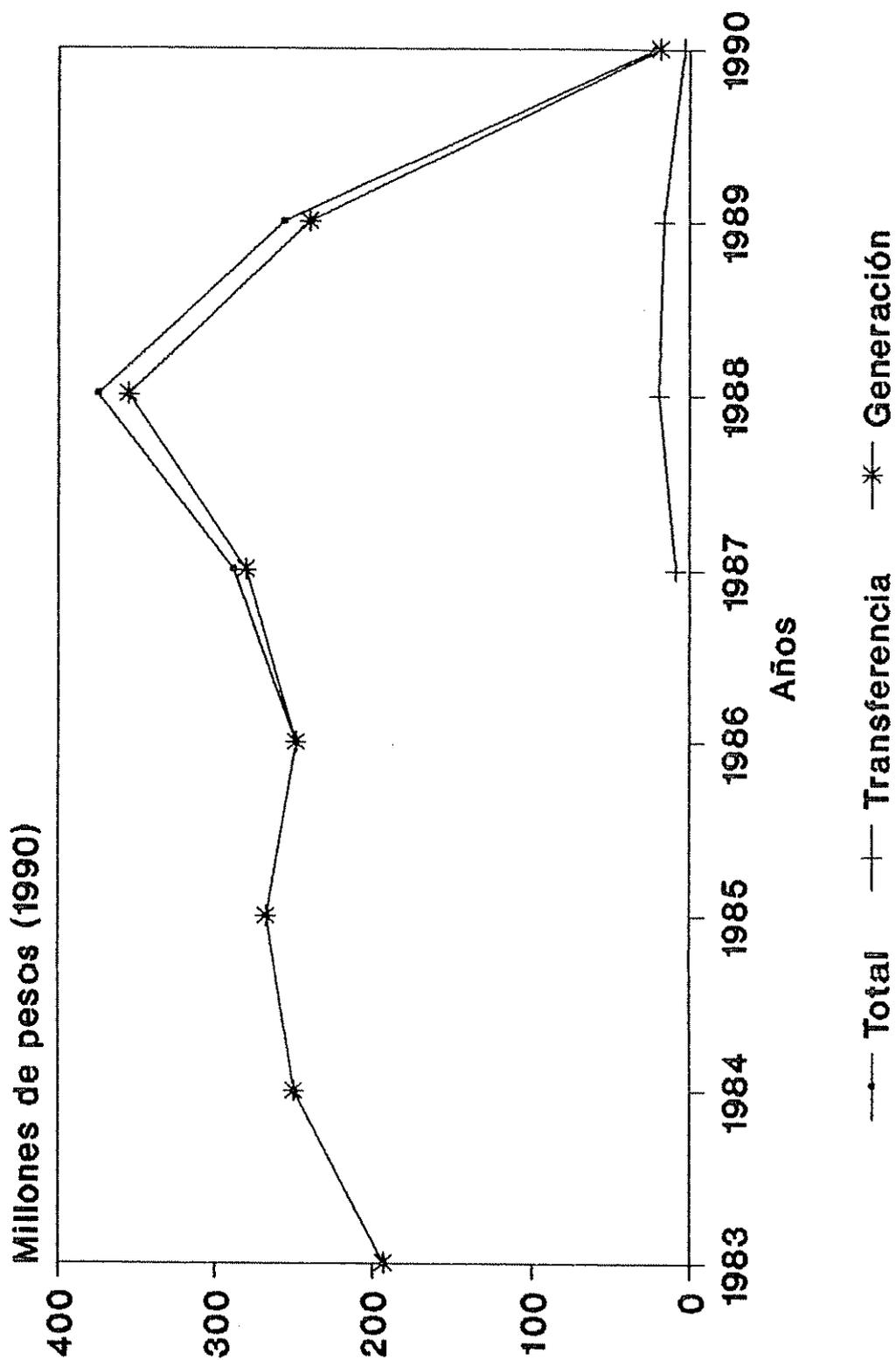


Figura 13. Flujo de costos del proyecto ICA.

En la Figura 13 se observa el flujo de costos del proyecto a través del tiempo, separados en generación y transferencia.

En el año de 1988, el presupuesto gastado se elevó considerablemente, debido a la organización por parte del INIFAP, CIMMYT, CIRAD e IRAT de un taller internacional de cinco días, donde participaron más de 60 profesionistas de instituciones nacionales e internacionales.

5.7. Los retornos a la inversión del proyecto.

Siguiendo los lineamientos metodológicos descritos en el capítulo anterior, se estimaron las medidas actualizadas del valor del proyecto. En el cálculo se eligió 1983 como año base para la actualización.

Para el análisis económico en el que se utilicen precios de eficiencia, hay tres tasas de actualización que pudieran elegirse: a) la que representa el "costo de oportunidad del capital" ; b) la tasa de endeudamiento que la nación debe pagar a fin de financiar el proyecto y; c) la tasa de preferencia temporal de la sociedad. Debido a que las dos últimas presentan problemas prácticos y teóricos que influyen en la selección de proyectos, no es muy recomendable su uso. Gittinger (1989).

Es probable que la mejor tasa de actualización aceptable sea la del "costo de oportunidad de capital".

De fijarse de manera perfecta, esta tasa reflejaría la elección hecha por la sociedad en conjunto entre los rendimientos actuales y los futuros y por consiguiente, el monto de ingreso total que la nación esta dispuesta a ahorrar. Aunque esto es bueno como condición teórica, es difícil de aplicar como instrumento práctico de trabajo. Gittinger (1989).

Según este autor, es difícil conocer realmente qué es el costo de oportunidad del capital. En la mayoría de los países

en desarrollo, se da por supuesto que fluctúa entre el 8 y 15% en términos reales. Una elección común es el 12%, sin embargo, en el presente estudio se ha elegido conservadoramente el extremo mayor, o sea 15%.

Cabe mencionar que, la mayoría de los trabajos de evaluación económica reportados en la literatura, prefieren el cálculo de una tasa interna de retorno, probablemente para evitar estimar el costo de oportunidad del capital. (ver Cuadro 1, en sección 2.3.3).

5.7.1. Retornos mínimos esperados para pagar los costos, en cada alternativa de adopción.

Considerando únicamente la superficie encalada hasta la fecha, es decir, que no habrá más adopción que las 2.231 hectáreas acumuladas hasta el año de 1991, los retornos sociales regionales no logran superar la inversión del INIFAP/CIMMYT para el proyecto de investigación adaptativa (ver Anexo 12). Las medidas actualizadas presentan los siguientes valores:

$$\text{VAN} = -494.436.000,00 \quad \text{TIR} = 4,2\% \quad \text{B/C} = 0,54$$

Esto es debido principalmente, a que el proceso de adopción acaba de iniciar recientemente en la región y que además la superficie encalada en estos primeros años, representa únicamente 6,6% del área total del dominio de recomendación.

Por otro lado, si se hubiera pretendido hacer rentable al proyecto ICA durante el primer año de adopción, (o sea en 1990), era necesario encalar en ese año, una superficie mínima de 3.651 hectáreas. Los cálculos se muestran a continuación.

Igualando los beneficios totales a los costos totales se obtiene que:

$$VAC = BNha * HA$$

despejando HA:

$$HA = VAC / BNha.$$

donde:

VAC = Valor actualizados de los costos erogados en el proyecto equivalentes a 1.081.949.000,00 pesos Mex.. Se asume que el beneficio total mínimo esperado debe ser igual a este valor.

BNha/ha = beneficios netos actualizados obtenidos al encalar una hectárea en 1990 e igual a 290.000,00 pesos Mex.

Ha = Número de hectáreas que adoptarán el encalado.

Sustituyendo valores:

$$HA = 1.081.949.000 / 296.000$$

$$HA = 3.651$$

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el encalamiento de los suelos dió inicio en el año de 1990 con una superficie de 321 hectáreas y continuará en el año de 1991 con 1.910 hectáreas más. Por lo que ya no es factible alcanzar el supuesto señalado anteriormente.

De todas maneras, fue posible estimar un piso mínimo de adopción para pagar los costos del proyecto a partir del año de 1991. Los valores de la variables se muestran a continuación.

VAC = 494.436.000 pesos mex., obtenido de la diferencia entre los costos actualizados (1.081.949.000,00) y los beneficios actualizados (587.513.000,00) resultantes de la superficie encalada hasta 1991. Esta diferencia es igual al valor actual neto negativo mencionado anteriormente.

BNha/ha = 224.110,00 pesos Mex., beneficios netos actualizados que se obtienen al encalar una hectárea en 1992. Notese el cambio de este valor con respecto al año de 1990, debido al valor temporal del dinero.

Sustituyendo valores:

$$HA = 494.436.000,00 / 224.110,00$$

HA = 2.206

Los resultados indican que se necesita encalar en 1992 una superficie mínima de 2.206 hectáreas, si se quieren pagar en ese año todos los costos invertidos en el proyecto.

Con esta superficie se obtendría en el año de 1992 un VAN aproximadamente de cero, TIR similar a la tasa de actualización (15%) y una relación beneficio-costos muy cerca a uno (ver Anexo 13). Sin embargo, debe quedar claro que en el sentido estricto, bajo esta situación el proyecto no pierde dinero pero tampoco lo gana.

Un análisis individual para estimar el año en que cada alternativa de adopción paga los costos invertidos en el proyecto fue calculada. En el Cuadro 17, se presentan estos resultados, además de las medidas actualizadas alcanzada en esos años.

Se observa que, aun en el peor de los casos (encalando 1.000 hectáreas/año a partir de 1991 con la alternativa tres), en el año de 1994 se pagan todos los costos invertidos en el proyecto, e inclusive, se obtienen ingresos adicionales para la sociedad, dado que las medidas actualizadas superan los valores mínimos esperados. Es decir, el valor actual neto es mayor que cero, la tasa interna de retorno es mayor que la tasa de descuento utilizada y por último, la relación beneficio-costos es mayor que uno.

La alternativa dos (función logística), es la única opción que lograría pagar los costos de investigación en el año de 1992, puesto que la superficie a encalar en este año supera significativamente a la superficie mínima de 2.206 hectáreas discutida anteriormente.

5.7.2. Retornos potenciales esperados para cada alternativa de adopción.

Estos retornos fueron calculados en función del potencial de adopción de los tres escenarios considerados.

Los resultados son resumidos en el Cuadro 18 y en los Anexos 14, 15 y 16 se muestran detalles de los flujos de fondos incrementales.

Se observa en forma general, que bajo las tres alternativas de adopción, el proyecto ICA genera ingresos en exceso a sus costos, puesto que, en cada una de ellas el VAN es positivo, la TIR es mayor que la tasa de descuento utilizada y la relación beneficio-costos es mayor que uno.

Cuadro 17. Medidas actualizadas según alternativa de adopción en el año en que se pagan los costos.

MEDIDA (a)	A L T E R N A T I V A S		
	(1)	(2)	(3)
Año en que se pagan los costos	1993	1992	1994
VAN (1000 pesos Mex.) (b)	305.996	1.482.829	94.128
TIR (%) (b)	18,9	29,2	29,2
B/C (b)	1,28	2,37	2,37

(a) El valor de las medidas corresponden a los alcanzado en el año en que se pagan los costos invertidos en el proyecto.

(b) VAN = Valor actual neto; TIR = Tasa interna de retorno; B/C = Relación beneficio-costos.

FUENTE: Elaborado por el autor.

Estos resultados dan una indicación del potencial, que podría tener el desarrollo de proyectos de investigación adaptativa similares a los de La Fraylesca.

En un análisis más específico, se observa que con la alternativa dos, (curva logística), se logran los mayores beneficios del proyecto, lo cuál es debido a que presenta el

flujo de beneficios incrementales en un periodo menor de años. El caso contrario es la alternativa tres, debido a que la superficie encalada cada año es menor que en las otras alternativas. La alternativa uno, se considera como intermedia con respecto al valor de las medidas actualizadas del valor del proyecto.

Cuadro 18. Valores potenciales estimados de las medidas actualizadas del valor del proyecto.

MEDIDA	A L T E R N A T I V A S		
	(1)	(2)	(3)
VAN (1000 pesos Mex.)	2.361.388	5.035.106	1.193.870
TIR (%)	28,5	41,4	23,1
B/C	3,18	5,6	2,1

FUENTE: Elaborado por el autor.

Con respecto a la tasa interna de retorno, se puede observar que en las tres alternativas la TIR calculada excede a la tasa de descuento. Inclusive, en el peor de los casos (alternativa tres), se observa que el proyecto todavía logra recuperar todo el capital y los gastos de operación erogados a un costo del 23% por su utilización.

Estos resultados son comparados favorablemente a la rentabilidad a la inversión en investigación reportados en otros trabajos. Por ejemplo, Ruttan (1983), resume las tasas de retornos a la investigación encontradas en 36 estudios con diferentes metodologías, países y periodos de tiempo. Los retornos reportados variaron desde -48 hasta 130%, pero el grupo más grande (40% de los casos) reportaba tasas de retornos entre 20 y 40%.

Este mismo autor señala que, tasas de retornos a la inversión en investigación agrícola superiores al 10-15% (superando inflación), son consideradas atractivas para que las empresas privadas inviertan. Además, es difícil que otras inversiones, tanto públicas como privadas produzcan tasas de retornos más favorables.

Traxler (1990), en un estudio realizado en el Valle del Yaquí, Sonora, México, estimó tasas de retorno entre 16-23%, las cuales consideró adecuadas para que la inversión en investigación, contribuya significativamente al incremento de la productividad agrícola.

Debido a la amplia gama de objetivos y metodologías de estos estudios, es dificultoso hacer una comparación mucho más específica, que la de señalar que los retornos a la inversión en el proyecto de La Fraylesca es comparada favorablemente con los reportados en otros estudios.

En lo referente a la relación beneficio-costos, se observa que en el peor de los casos, (alternativa tres), cada peso invertido en el proyecto de investigación de La Fraylesca, genera el doble en beneficio para la sociedad en la región. Por supuesto, en la mejor alternativa, (uso de la curva logística), esta relación se incrementa: por cada peso invertido en la ejecución del proyecto se generan 5,6 pesos Mexicanos en beneficios sociales.

Los resultados de este estudio, confirman la precepción basada en ésta y otras experiencias, de que la inversión en investigación silvoagropecuaria contribuye significativamente al incremento de la productividad en la agricultura.

Sin embargo, se debe tener presente que para lograr un crecimiento rápido de la productividad, se requiere: 1) capacidad para generar tecnologías adaptadas a las circunstancias de los agricultores que, propugnen por un aprovechamiento sostenido de los recursos naturales y; 2) que los agricultores adopten las tecnologías generadas, para que los recursos invertidos en la investigación sean eficientes.

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir que:

1) Asumiendo que no habrá más adopción que las 2.231 hectáreas acumuladas hasta el año de 1991, los retornos sociales regionales no superan la inversión. Bajo este escenario se estima un VAN= -494.436.000,00 pesos mexicanos, una TIR= 4,2% y una relación beneficios-costos de 0,53

La superficie mínima que se debe encalar para que los retornos superen la inversión en el año de 1992, es de 2.210 hectáreas. Bajo esta situación, la sociedad no pierde dinero pero tampoco lo gana. La alternativa dos (función logística), es la única opción que supera esta superficie mínima en el año de 1992.

Potencialmente, las tres alternativas de adopción consideradas, generan retornos que superan la inversión. El VAN (miles de pesos mexicanos de 1990) oscila entre 1.193.870 y 5.035.106; la TIR varía de 23 a 41% y es mayor que la tasa de descuento utilizada (15%) y; la relación beneficio-costos presenta un rango de 3,18 a 5,6. Los mayores beneficios se obtienen con la alternativa dos (curva logística) y los menores con la alternativa tres (encalar 1000 hectáreas/año a partir de 1991).

Estos resultados señalan los retornos potenciales que se obtendrían si el estado continúa invirtiendo en el desarrollo operativo del programa de encalado en los próximos años.

2) Los beneficios sociales asociados con la inversión del proyecto, están fuertemente respaldados por el alto grado de aceptación y difusión de las innovaciones por los agricultores. En efecto, el 90% de los productores del dominio de recomendación están de acuerdo en solicitar crédito para encalar una parcela, inclusive, aún sin haber

evaluado previamente la innovación en sus fincas. Además, el 86% de los agricultores que aún no han usado el encalado, tienen conocimiento de los efectos de esta la tecnología.

3) Los altos retornos a la inversión obtenidos en este estudio, confirman la percepción basada en ésta y otras experiencias, que la metodología de investigación adaptativa ICA, es adecuada para llegar al productor con tecnologías apropiadas y por ende, contribuir significativamente al incremento en la productividad de la agricultura.

4) Este trabajo, al cuantificar y evaluar de una manera "ex-post" los costos, beneficios e impactos del proceso investigación/transferencia/adopción, proporciona las bases para la elaboración de una metodología de evaluación económica ex-ante, que sirva para orientar la toma de decisiones sobre la asignación de los escasos recursos en los diferentes proyectos de investigación.

5) Se reconoce que, dentro del contexto del manejo integrado de los recursos naturales, la práctica del encalado (a pesar de sus efectos benéficos) es solo una solución parcial y temporal al problema de degradación del suelo existente en La Fraylesca. Este hecho implica que, para lograr un aprovechamiento sostenido de este recurso, es necesario que después de encalar se instrumenten otras tecnologías de conservación y recuperación de su capacidad productiva que se adapten a las circunstancias agroecológicas y socioeconómicas de los agricultores.

7. RECOMENDACIONES

7.1. Inherentes a la metodología y resultados del estudio.

i) El precio social de la mano de obra rural utilizado en este estudio, es producto de un cálculo preliminar. Se recomienda que en trabajos futuros se disponga de datos más completos sobre una base anual, para mejorar su estimación.

ii) Con la finalidad de aumentar la eficiencia, en la asignación de los recursos en proyectos futuros de investigación, se recomienda continuar trabajando en la elaboración de una metodología de evaluación económica ex-ante.

iii) Se recomienda que en trabajos futuros se contemplen los efectos que las políticas de desarrollo, tienen tanto sobre la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales, como en la tecnología productiva y sus efectos económicos. Dado que al definir y sustraer los efectos de estas políticas, los resultados obtenidos en este estudio pueden variar.

7.2. Relacionadas con la continuidad del proyecto de investigación.

i) Es importante aclarar la confusión de los agricultores en cuanto al uso de urea, o en su defecto retroalimentar la estrategia de investigación. Se recomienda establecer en los diferentes tipos de suelo una red de parcelas demostrativas, en donde se apliquen las diferentes fuentes de nitrógeno a la misma dosis del agricultor.

ii) Para lograr un aprovechamiento sostenido e integrado del recurso suelo, en el futuro se debe enfatizar en la relación existente entre la baja fertilidad de los suelos (degradación interna) y la erosión física (degradación externa), mediante los flujos de agua y de material que circulan desde las partes altas hacia las partes bajas.

La problemática debe ser manejada dentro del contexto del manejo de cuencas. Es decir, desde la parte alta hasta la parte baja de la toposecuencia, con la aplicación del concepto de manejo integrado de los recursos naturales. Con una metodología de intervención rápida, que permita instrumentar alternativas (con la participación de los agricultores) asumiendo ciertos riesgos calculados. Porque al ritmo en que se está degradando el recurso suelo en La Fraylesca, indica que no es necesario contar con toda la información para tomar una decisión que tenga un impacto rápido y significativo.

También se debe considerar, quiénes y en qué magnitud se beneficiarían con el aprovechamiento sostenido del suelo. De esta manera se podría involucrar a las centrales hidroeléctricas, potabilizadoras de agua, comunicación y transportes, etc., con lo cual se lograría que no sea el agricultor únicamente quien absorba todos los costos relacionados con la conservación del recurso suelo. Esta consideración además de lo mencionado anteriormente, también está respaldada por los escasos recursos asignados para el proyecto.

iii) Se recomienda que en las próximas actividades de generación de tecnologías, los escasos recursos se asignen a proyectos de generación y transferencia que propugnen por un aprovechamiento sostenido e integrado de los recursos naturales. Los cuáles deben tener como condición necesaria que los agricultores adopten las tecnologías, para que los recursos invertido en esos proyectos sean eficientes.

B. BIBLIOGRAFIA.

- ALVAREZ, F. 1986. Técnicas y trabajos usados en el manejo de cuencas para efectos de producción de agua potable. Informe técnico. Santiago. Chile forestal. 8 p.
- ANGE, A. 1989. Diagnostic agronomique des contraintes a la production végétale dans la petite région naturelle de La Fraylesca, Etat de Chiapas, Mexique. Rapport de mission au CIMMYT du 8 au 23 juillet 1988. Montpellier, France, CIRAT/IRAT. 50 p.
- ARDILA, V. J. 1978. Evaluación de la investigación agrícola. Venezuela IICA. 35 p.
- BERNARD, T.; PIEDRA, R. ; JIMENEZ, J. L.; HIBON, A. 1990. Respuesta del maíz al encalado en parcelas de agricultores de la Fraylesca Chiapas, México. México, INIFAP/CIMMYT/IRAT. 28 p.
- BERNSTEIN, R. 1979. Design and management of survey research: A guide for agricultural researchers. RIA/IRRI Cooperative Programme, Indonesia. s.n.t. Presentado en 2a. llamada de adiestramiento a la investigación en campos de agricultores. (2, 1986, jalisco, Mex.).
- BETANZOS, M. E. 1990. Segunda reunión científica forestal y agropecuaria. Centro de investigaciones forestales de Chiapas. 13-24 de nov. Chiapas, México. 69 p.
- BUERKERT, A. C. 1989. Effects of liming and soil acidity on stand establishment, nodulation, yield, components of yield and economics in common bean: an on-farm research approach en Chiapas, México. Mag. Sc. Thesis. Davis, Cal., California University. 70 p.

- BYERLEE, D.; HARRINGTON, L.; WINKELMANN, D. 1982. Farming systems research: Issues in research strategy and technology design. American Journal of Agricultural Economics. (EE.UU.) 64(5): 897-904.
- _____ ; HESSE DE POLANCO, E. 1982. La tasa y la secuencia de adopción de tecnologías cerealeras mejoradas: El caso de la cebada de secano en el altiplano mexicano. México, CIMMYT. 45 p. (Documento de trabajo).
- _____ ; LONGMIRE, J. 1985. Comparative advantage and policy incentives for wheat production in rainfed and irrigated areas of México. México, CIMMYT. (Mex.).
- CAMPO EXPERIMENTAL CENTRO DE CHIAPAS. 1987. Sugerencias del Campo Experimental Centro de Chiapas del CIFAP-CHIS-INIFAP, con relación al encalado de suelos agrícolas en la región de la Fraylesca. Chiapas, México. 5 p.
- CASAS, E.; CASTILLO, S. S.F. Propuesta metodológica para la optimización de los recursos invertidos en investigación. Fotocopias. 11 p.
- DALRYMPLE, D. G. 1981. Yield information needed for the analysis of crop improvement research. In evaluation of agricultural research. Proceedings of a Workshop sponsored by NC-18. Minnesota Agricultural Experiment Station. Miscellaneous Publication No.8-1981,
- DASGUPTA, P.; SEN, A. 1972. Pautas para evaluación de proyectos. Naciones Unidas. Serie formulación y evaluación de proyectos No.2..
- DIAZ, L. W. 1989. Factores que condicionan los sistemas de producción agrícola y la degradación de los recursos naturales en la cuenca alta del río Ostua, Guatemala. Tesis M. Sc. CATIE. Costa Rica.

- EVENSON, E. R.; KISLEV, Y. 1976. Investigación agrícola y productividad. España, Tecnos. 174 p.
- _____ ; WAGGONER, E. P.; RUTTAN, W. V. 1979. Los beneficios económicos de la investigación: un ejemplo tomado de la agricultura. Science (EE.UU.) 205: 127-144.
- FAUSTINO, J. 1987. Marco conceptual del manejo de cuencas. In fundamentos para el manejo de cuencas. Panamá. CATIE. PRMC.
- GARDINER, J. C.; SANDERS, J. H.; BAKER, T. G. 1987. The returns to a publicly supported research program: soft red winter wheat breeding at Purdue University. West Lafayette, Indiana, Purdue University. 30 p. (Mimeografiado)
- GITTINGER, P. J. 1989. Análisis económico de proyectos agrícolas. España, Tecnos. 532 p. (Serie del IDE sobre desarrollo económico).
- GRILICHES, Z. 1958. Research cost and social returns: Hybrid corn and related innovations. Journal of Political Economy. (EE.UU.). 66: 419-431.
- HERTFORD, R.; SCHMITZ, A. 1977. Measuring economic returns to agricultural research. In Resource allocation and productivity in national and international agricultural research. Eds. T.M. Arndt; D.G. Dalrymple; and V.W. Ruttan. Minneapolis, University of Minnesota Press. 148-167.
- HIBON, A. 1987. Investigación en campos de agricultores. Un método operacional de diagnóstico y planeación para la experimentación. Ponencia presentada en el XX Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Zacatecas, México, Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. 36 p.

- HIBON, A. 1988. Introducción a la investigación adaptativa en campos de agricultores: principales conceptos y procedimientos. Comunicación preparada para el taller sobre Investigación Adaptativa en Campos de Agricultores. INIFAP/CIMMYT/CIRAD. Chiapas, México. 18 p.
- _____ ; LOPEZ, B. W.; PIEDRA, R. DE LA. 1989. Mejorando la implementación de una política agrícola partiendo del campo del agricultor: El caso de la distribución de fertilizantes nitrogenados para la producción de maíz de temporal en la Fraylesca Chiapas, México. México. INIFAP/CIMMYT/CIRAD. 27 p.
- _____ ; TRIOMPHE, B. 1990. Tendencias y limitaciones de la producción de maíz de temporal en México: Retos tecnológicos e institucionales de la investigación. México. INIFAP/CIMMYT/CIRAD. 41 p.
- ISNAR 1986. Consideraciones para el mejoramiento de la investigación agrícola a nivel nacional. La Haya, países bajos. 27 p.
- LUISELLI, C. F. 1988. Las políticas de ajuste estructural sobre el sector agroalimentario de México. In Ajuste macroeconómico y sector agropecuario en América Latina. Argentina, IICA. 50 p.
- MARTINEZ, J. C. 1973. On the economics of technological change: Induced innovation in Argentine agriculture. Ph.D. Thesis. Ames, Iowa, Iowa State University, .
- _____ ; SAIN, G. 1983. The economic returns to institutional innovations in national agricultural research: on-farm research in IDIAP, Panama. México, CIMMYT. 53 p.

- MARULL, J. P. 1981. Propuesta de método para evaluar la transferencia de tecnología en el medio rural. Chile, IICA 27 p.
- MORRIS, M. L. 1990. Determinación de la ventaja comparativa mediante el análisis del CRI: Pautas establecidas a partir de la experiencia del CIMMYT. México, CIMMYT. 43 p. (Monografías en economía del CIMMYT No.1)
- MOSCARDI, E.; MARTINEZ, J. C. 1986. Investigación de producción en campos de agricultores: ideas principales, problemas y oportunidades para su aplicación. México, CIMMYT. 110-123.
- MOSHER, A. T. 1982. Algunos requisitos críticos para una investigación agrícola productiva. Holanda, ISNAR.
- NORTON, G. W.; DAVIS, S. J. 1981. Evaluating returns to agricultural research: A review. American Journal of Agricultural Economics (EE. UU.). 65(4): 685-699.
- PAGLIEETTINI, G. L. 1986. Orientación de decisiones de política agrícola con datos generados en campos de agricultores: el caso de los fertilizantes nitrogenados en la Fraylesca Chiapas, México. Tesis maestría. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. 157 p.
- PERRIN, R. K.; WINKELMANN, D.; MOSCARDI, E.; ANDERSON, J. 1976. From agronomic data to farmer recommendations. an economics training manual. México, CIMMYT. Information Bulletin No.27.
- PIEDRA, C. R. DE LA. 1987. Diagnóstico: Base de un programa de investigación en campos de agricultores: Caso de la Fraylesca, Chiapas, Mex. Tesis Ing. Agr. México, Universidad Autónoma de Chiapas. 92 p.

- PLASCENCIA, H.; HERNANDEZ, J. A. 1983. La intervención del Estado en la regulación del mercado: La política de precios de maíz en México. Tesis de Maestría. Chapingo, Mex., Colegio de postgraduados.
- QUINTANA, C. 1989. Elementos de inferencia estadística. San José, C.R. Universidad de Costa Rica. 219 p.
- RODRIGUEZ, S. R. 1984. Adopción de recomendaciones técnicas en granos básicos y su efecto en el manejo e ingreso de pequeñas fincas en El Salvador. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 201 p.
- ROGERS, E. M. 1966. Elementos de cambio social; difusión de innovaciones. Bogotá, Col., Tercer Mundo. 319 p.
- RUTAN, V. W. 1983. Agricultural research policy. Minneapolis, University of Minnesota press.
- SAGARNAGA, M. S.F.. Ventajas comparativas y política agrícola en la producción de maíz en México. Ph.D. Thesis. Chapingo, Méx., Colegio de postgraduados, (En edición).
- SCOBIE, G. M. 1979. Investment in international agricultural research: some economic dimensions. World Bank, Washington, D. C. Staff Working Paper No. 361.
- SFEIR-YOUNIS, A. 1985. Prioridades de la investigación agrícola en aspectos energéticos. In Cambio técnico en el agro latinoamericano; situación y perspectivas en la década de 1980. San José, C.R., IICA. p. 278.
- SQUIRE, L.; VANDER, T. 1975. Economic analysis of projects. Washington, D. C., Banco Mundial. 169 p.
- STEINER, H. M. 1980. Public and private investment. Socio economic analysis. New York, J. Wiley.

- TRAXLER, J. G. 1990. Agronomic research and productivity growth in post green revolution agriculture. Ph.D. Thesis. Ames Iowa, Iowa State University. 216 p.
- TRIGO, E.; RUNSTEIN, D. 1989. Hacia una estrategia tecnológica para la reactivación de la agricultura de América Latina y el Caribe. IICA (Costa Rica). Serie Documentos de Programa. No. 13. 91 p.
- TRIOMPHE, B.; PIEDRA, R. DE LA ; JIMENEZ, J.L. 1990. Respuesta del maíz al encalado en parcelas de agricultores de la Fraylesca, Chiapas, México. Informe anual. INIFAP/CIMMYT. 28 p.

9. ANEXOS

Anexo 1. Principales participantes en el proyecto ICA de la Fraylesca, Chiapas.

=====

NOMBRE	INSTITUCION	ESPECIALIDAD	PERIODO
--------	-------------	--------------	---------

=====

I. FASE GENERACION DE TECNOLOGIA:

Piedra R. de la	INIFAP	Agrónomo	1983-90
López Báez W.	INIFAP	Agrónomo	1985-89
Jímemez V. J. L. (*)	INIFAP	Agrónomo	1985-89
Zamarripa M. A.	INIFAP	Agrónomo	1983-87
Hibon Alberic (*)	CIMMYT/IRAT	Economista	1983-90
Triomphe Bernard (*)	CIMMYT/IRAT	Agrónomo	1987-90
López Cesati J. (*)	CIMMYT	Lab. suelos	1983-89

II. FASE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA: (*)

Escalante O. P.	DRRI	Extensión	1987-90
Muñoa Vidals A.	DDRI	Coordinador	1987-90
León Corzo M. C.	DDRI	Extensión	1987-90
Espinoza Gomez N	DRRI	Extensión	1987-90
Hernandez A. J. L.	DDRI	Extensión	1987-90
Lazaro Montero J.	DDRI	Extensión	1987-90
Arroyo López R.	DDRI	Extensión	1987-90
Camacho D. Abel	DDRI	Extensión	1987-90
Molina Serrano H.	DDRI	Extensión	1987-90
López Pinacho R.	DRRI	Extensión	1987-90
Majata Utrilla R.	DDRI	Extensión	1987-90
Velazquez M. R.	DDRI	Extensión	1987-90
	COPAECCH	Extensión	1989
Fernandez Moguel B.	FIRA	Extensión	1989

=====

(*) Participó de tiempo parcial en el proyecto.

NOTA:

INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. (México).

CIMMYT: Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo. (México).

IRAT : Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières. (France).

DDRI: Distrito de Desarrollo Rural Integral No.24

COPAECCH: Consejo de Producción del Estado de Chiapas.

FIRA: Fideicomiso Instituido en Relación a la Agricultura.

FUENTE: Elaborado por el autor.

Anexo 2.- Resumen de actividades de generación y transferencia de tecnología realizadas por el proyecto ICA-Fraylesca, 1983-1990.

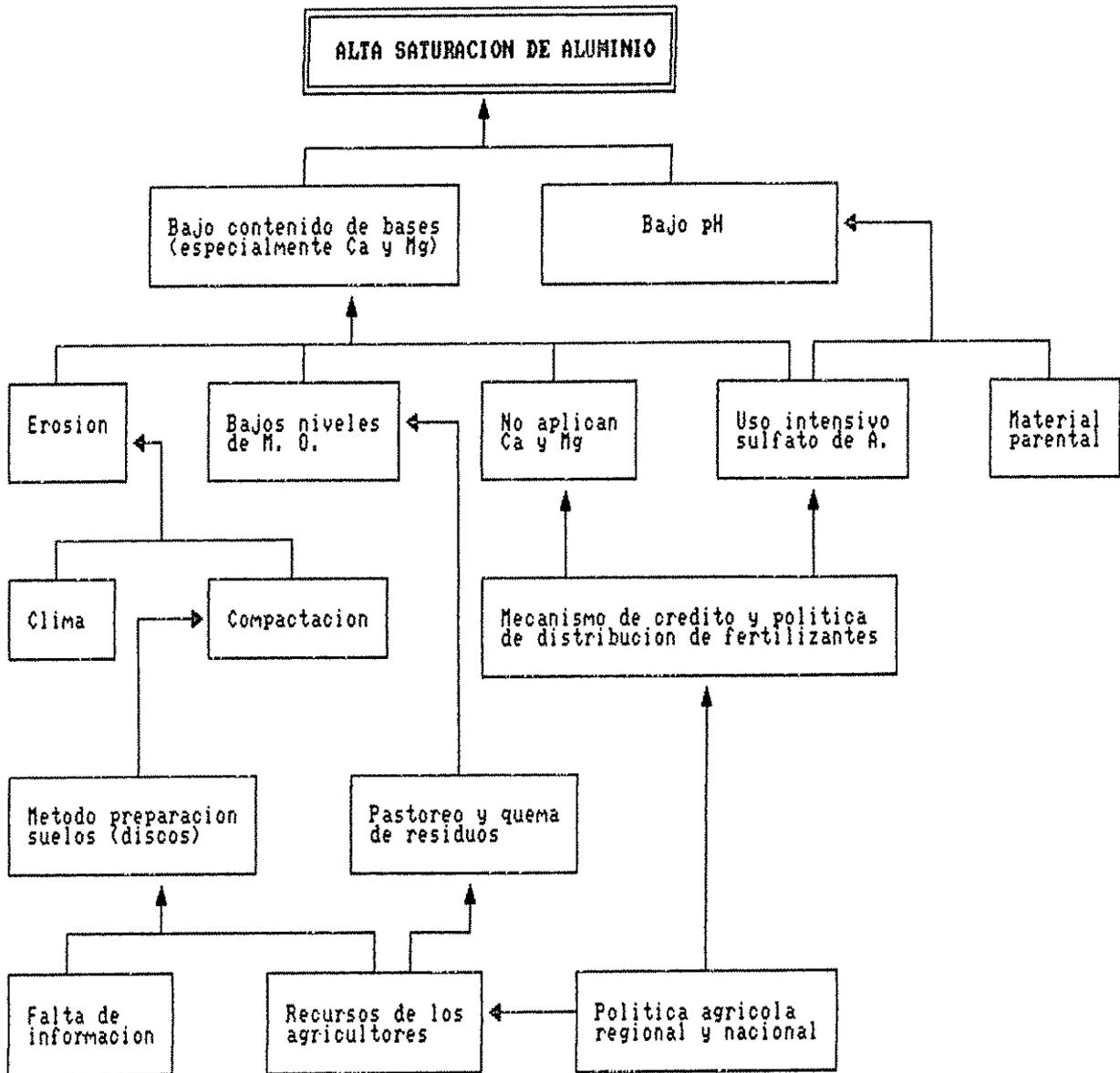
Actividades	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
I. ENCUESTAS							
1.1 Informales	11						
1.2 Formales		110		38	20		
1.3 Estudios suelos/malezas		65	13	38			
1.4 Específicas (precios)		10	12	20	20		
Sub Total	11	185	25	96	40		
II. EXPERIMENTOS (a)							
2.1 Exploratorios		10	10*	9	6		
2.2 Determinativos			4	10*	15*		
2.3 Verificación/Validación			6(b)		4	6*	
Sub Total		10	20	19	25	6	
III. TRANSFERENCIA							
3.1 Parcelas demostración					7	22	36
IV. OTRAS ACTIVIDADES							
4.1 Informes anuales		1	1	1	1	1	1
4.2 Días de campo			1	1	1	1	1
4.3 Taller internacional de evaluación						1	
4.4 Tesis				1	1	1	
4.5 Estudios de Política agrícola				1	1		
Sub Total		1	2	4	4	4	2

* Efecto residual: 1988 dos son seguimiento de parcelas Verificación (1987); 1985 dos de exploratorios (1984); en 1985 y 1986 dos de ensayo determinativo (1985).

(a) En total 80 ensayos, de los cuales 57 (71%) fueron analizados.

(b) Verificación de variedades.

Fuente: Proyecto ICA. Informes anuales 1983-1990.



ANEXO 3.- PRINCIPALES CAUSAS DEL PROBLEMA ACIDEZ/TOXICIDAD DE ALUMINIO.

Anexo 4. Resultados resumidos de la estrategia experimental seguida para resolver el problema acidez/saturación de aluminio de los suelos. 1983-90.

Preguntas	Variables experimentales	No.de localidades.	R E S P U E S T A	
			Rendimiento (t/ha).	Económica
=====				
=Año 1984=				
1) ¿Reduciendo la acidez con cal, se incrementa el rendimiento?	C = CALHIDRA Co= sin cal C1= 3 t/ha sin incorporar	10 (a)	AC= 0,7 (0,18)***	IMIR= 0,7 t/ha/año
2.1) ¿Es posible reducir la dosis de N aplicada por los agricultores, con el uso de cal?	N1C= DOSIS N1CAL C= (idem que 1) No= 200 kg/ha N N1= 150 kg/ha N	5	N1Co-NoCo= -0,24 (0,18) N1C1-NoC1= -0,31 (0,19)	TMP = 148% 150 ==>200
2.2) ¿Fraccionando la dosis de nitrógeno es posible aprovecharlo mejor?	F= FRACCIONAR Fo= 2 aplic. N (p.a.) F1= 4 aplic. N	(p.a.)	No aplicable, interacción F1C inducida porque la cal no pudo incorporarse a tiempo.	
=====				
=Año 1985=				
1) ¿Efecto residual a un año de aplicar cal en 1984?	C= CAL (idem que 1984)	2 (b)	AC= 0,84 (0,17)*	IMIR= 0,7 t/año
2.1) ¿Dosis de cal más rentable?	C= CALHIDRA Co= sin cal C1= 1,0 t/ha C2= 1,5 " C3= 2,0 " C4= 3,0 "	4	C1-Co= 0,82 ** C2-Co= 1,23 C3-Co= 0,57 C4-Co= 1,6	Dosis= 1,5 t/ha (Preliminar)
2.2) ¿Efecto de fraccionar la dosis de N?	F= FRACCIONAR Fo= 2 aplic. N (p.a.) F1= 3 aplic. N F2= 4 aplic. N	4	AF= 0	2 aplicaciones
3.1) ¿Efecto de sustituir sulfato de amonio por urea?	FN1T= FUENTE DE N1INCORPORACION DE N: FN0=sulf. amonio (p.a.) FN1= urea	5	AFN= 0,1 (0,1) ns	Urea más rentable
3.2) ¿Efecto de incorporar el nitrógeno?	To= tapado (p.a.) T1= destapado	5	AT= 0,2 (0,1)*	Tapado
3.3) ¿Existe interacción entre fuente de N e interacción de N?			A (T1N) = no hay	
=====				

Continua....

Continúa anexo 4

Preguntas	Variables experimentales	No. de localidades.	R E S P U E S T A	
			Rendimiento (t/ha).	Económica
=Año de 1986=				
1) ¿Efecto residual a dos años de aplicar en 1984?	C= CALHIDRA (idem que 1984)	1	AC= 0.63 (0.40)	IMIR= 0.7 t/año
2) ¿Efectos residuales de una dosis creciente de cal aplicada en 1985?	C= CALHIDRA (idem que 1985)	2	(Ver figura)	Dosis=2.0 t/ha (c) (preliminar)
3) ¿Producto más apropiado?	FC= FUENTE CAL (TON/HA) FCo=sin cal FC1=1.5 calhidra FC2=1.5 calhidra + arena FC3=1.5 dolomita FC4=0.75 calhidra +0.75 dolomita	2	FC1-FCo=1.3 (0.3)** FC2-FCo=1.7 (0.3)*** FC3-FCo=1.1 (0.3)** FC4-FCo=1.4 (0.3)***	TMR= 110% FCo===FC3 (dolomita) (d)
=Año 1987=				
1) ¿Efectos residuales a dos años de una dosis creciente de cal aplicada en 1985?	C=CALHIDRA (idem 1985)	1	C1-Co= 0,78 n.s. C2-Co= 1,09 C3-Co= 1,03 C4-Co= 1,16	Dosis= 2 t/ha
2) ¿Efectos residuales a un año de varias fuentes de cal aplicada en 1986?	FC=FUENTE DE CAL (idem 1986)			
3.1) ¿Se mejora la eficiencia de N con cal?	N=C=NITROG. CAL Co=sin calhidra C1=2 t/ha N0=0; N1=50 N2=100; N3=150 y N4=200 kg/ha	6	Efecto de sequía sobre uso de nitrógeno enmascaró los resultados. Se decidió repetir el ensayo en el ciclo de 1988.	
3.2) ¿Cuál es el efecto del encalado sobre principales componentes del rendimiento?	Co=sin calhidra C1=2 t/ha	6	Las plantas/ha aumentaron 11% (**); y el número de granos/mazorca en 14% (**); el rendimiento total aumentó 35%.	
3.3) ¿Cuál es el efecto del encalado sobre el desarrollo de raíces?	(idem 3.2)	1	El desarrollo de raíces aumentó en 106 cm (**) Se usó el método de Tennant modificado.	

Continúa...

Continúa anexo 3.

Preguntas	Variables experimentales	No.de localidades.	R E S P U E S T A	
			Rendimiento (t/ha).	Económica
4) ¿Se verifica el efecto de 2 t/ha de cal+urea, bajo el manejo del agricultor en parcelas comerciales?	C†F=cal+fuerza N Co= sin cal C1=2.0 t/ha Fo=5.de amonio F1=urea	7	AC=1.44 (0.4)† (e) AF=enmascarado por efecto de sitios.	TMR= 300% (f) Co==>C1

=Año 1988=

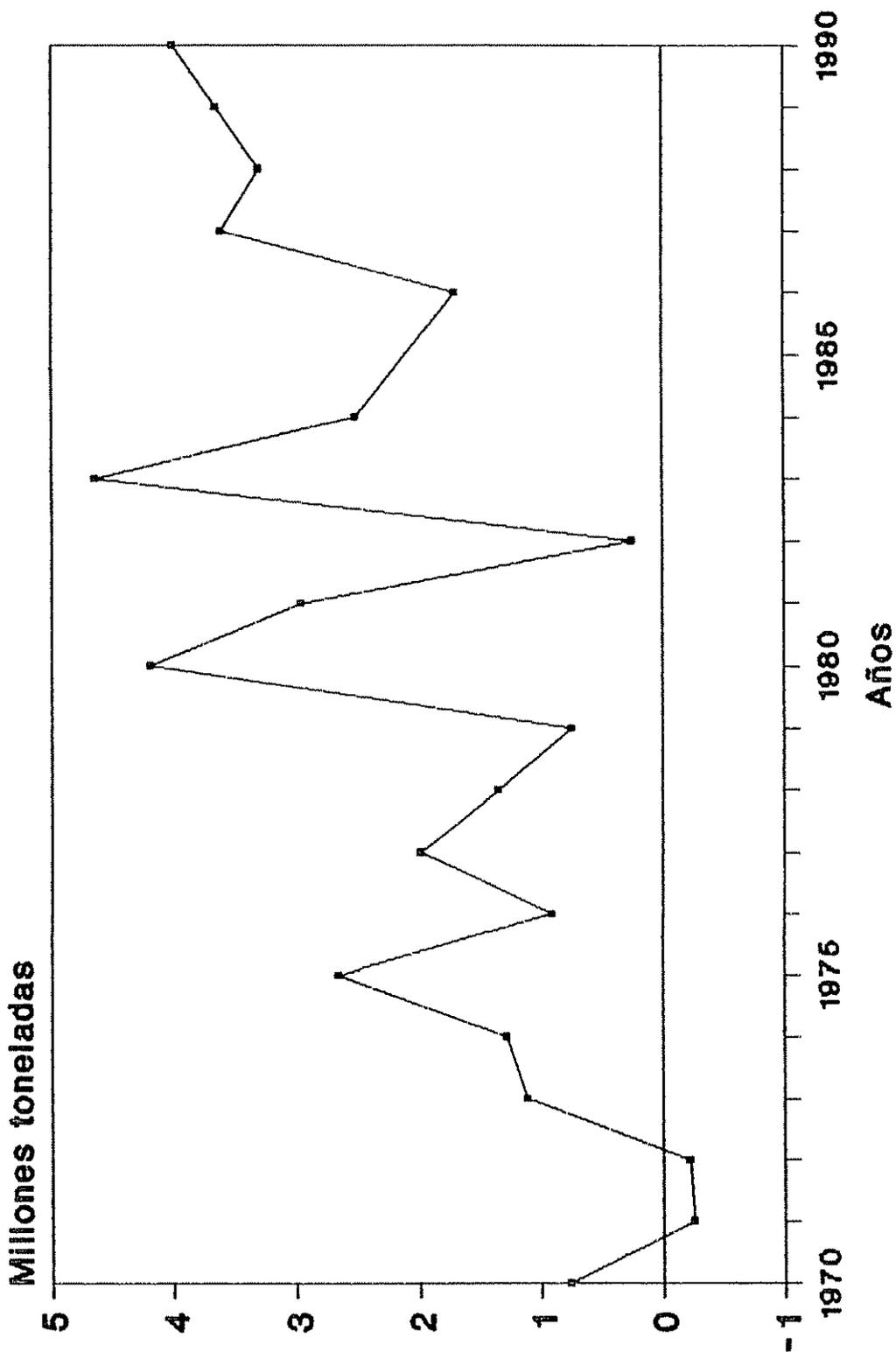
1) ¿Se mejora la eficiencia de N con cal?	(idem 1987)	4	A) encalar, la dosis de N sube 40 kg/ha (†††), la eficiencia de uso de N sigue siendo baja; cada kg de N produce aprox. 15 kg de grano.	
2) ¿Se valida y demuestra en parcelas comerciales, bajo manejo de los mismos agricultores el efecto del encalado y uso de urea?	C= CAL Co= sin cal C1= 2.0 t/ha Con uso de urea, todas Todas las demás prácticas estuvieron al nivel del agricultor.	22	(e) Se confirman a nivel comercial los efectos del encalado y uso de urea. Se realizaron eventos de difusión con agricultores, técnicos y decisores políticos.	

=Año de 1989=

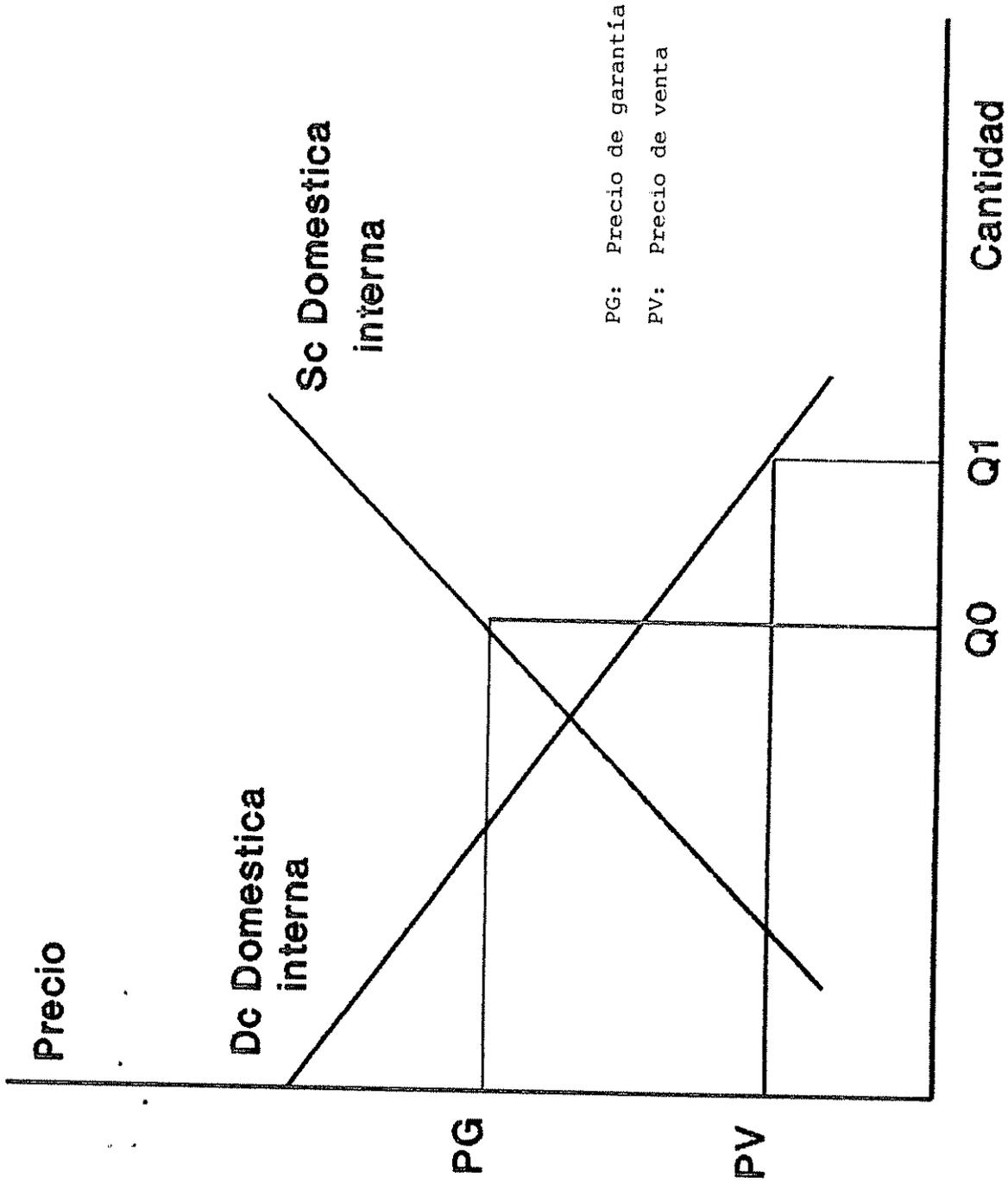
1) ¿Se valida y demuestra en parcelas comerciales, bajo manejo de los mismos agricultores el efecto del encalado y uso de urea?	(idem 1988)	38	(e) 17 parcelas dieron resultados confiables con AC=1.2 (0.5)††† en el primer año.	TMR= 263%
---	-------------	----	---	-----------

- =====
- (a) Incluyendo 3 localidades que no presentaron el problema (a posteriori).
 - (b) Solo en dos localidades con problema de acidez.
 - (c) Asumiendo un efecto residual por cuatro ciclos de cultivo.
 - (d) Sin incluir efectos residuales. FC3 (dolomita) domina a FC1 (calhidra).
 - (e) Incluyen parcelas de validación y demostración.
 - (f) Se estimó 3 años de efecto residual lineal.
 - (†), (††), (†††)= Significativo al 10, 5 y 1% respectivamente.
 - (p. a.)= Práctica de los agricultores.

FUENTE: Informes anuales proyecto ICA. 1984-89.



Anexo 5- Importación neta de maíz en México.



Anexo 6- Regulación del mercado de maíz en México.

Anexo 7.- Tipo de cambio real en México 1950-1990. Base 1975-77 (pesos/dólar).

Año	T. cambio nominal (1)†	INPC México (2)†	WPI USA (3)	T. cambio real (4)	Sobrea- luación (5)	T. cambio equilibrio (6)
1950	8.65	17.57	44.49	21.90	-30.12	6.04
51	8.65	19.79	49.52	21.64	-28.61	6.18
52	8.65	22.66	48.19	18.40	-9.30	7.85
53	8.65	22.25	47.53	18.48	-9.79	7.80
54	12.50	23.40	47.62	25.44	-51.15	6.11
55	12.50	27.09	47.72	22.02	-30.83	8.65
56	12.50	28.41	49.33	21.70	-28.96	8.88
57	12.50	29.80	50.67	21.25	-26.29	9.21
58	12.50	33.50	51.43	19.19	-14.02	10.75
59	12.50	34.40	51.52	18.72	-11.24	11.10
1960	12.50	36.04	51.62	17.90	-6.38	11.70
61	12.50	36.62	51.43	17.56	-4.31	11.96
62	12.50	37.03	51.52	17.39	-3.34	12.08
63	12.50	37.27	51.33	17.22	-2.29	12.21
64	12.50	38.18	51.43	16.84	-0.05	12.49
65	12.50	39.57	52.47	16.58	1.51	12.69
66	12.50	41.22	54.28	16.46	2.20	12.77
67	12.50	42.45	54.37	16.01	4.87	13.11
68	12.50	43.43	55.70	16.03	4.74	13.09
69	12.50	44.33	57.89	16.32	3.01	12.88
1970	12.50	46.47	59.98	16.13	4.14	13.02
71	12.50	49.01	61.98	15.81	6.07	13.26
72	12.50	51.48	64.73	15.72	6.61	13.33
73	12.50	57.72	73.19	15.85	5.82	13.23
74	12.50	71.43	86.98	15.22	9.56	13.69
75	12.50	82.10	95.06	14.47	14.00	14.25
76	15.42	95.16	99.43	16.11	4.27	16.08
77	22.57	122.74	105.51	19.40	-15.28	19.12
78	22.76	144.09	113.78	17.97	-6.79	21.22
79	22.80	170.36	128.04	17.14	-1.82	22.39
1980	22.95	216.05	146.27	15.54	7.68	24.71
81	24.51	276.55	159.54	14.14	15.99	28.43
82	57.44	438.60	162.74	21.31	-26.64	42.14
83	120.17	885.83	164.73	22.35	-32.78	80.78
84	167.76	1467.03	168.78	19.30	-14.68	143.13
85	256.96	2313.97	167.94	18.65	-10.81	229.18
86	611.35	4310.34	163.07	23.13	-37.43	382.55
87	1366.73	9992.61	167.27	22.88	-35.94	875.57
88	2273.10	21398.32	173.95	18.48	-9.79	2050.47
89	2461.00	25791.08	182.55	17.42	-3.50	2374.87
1990	2813.00			16.36	2.77	2891.00

NOTA: El tipo de cambio promedio base= 16.83 ((12.5+15.42+22.57)/3)

† Promedio anual (5) ((7-4)/7)*100

(4) (1*3)/2 (6) ((100+5)/100)*1

NOTA: A partir de 1982 tipo de cambio controlado del periodo.

FUENTE: Sagarnaga (1990).

Anexo B.- Precio paritario de importación de maíz a nivel de la Fraylesca Chiapas, México, 1990.

		M	A	I	Z
CONCEPTO		AMARILLO	BLANCO		
	Precio mundial a largo plazo, FOB en puertos EUA del Golfo (US\$/t) **	120			144
POR	Tipo de cambio de equilibrio (pesos:US\$) (a)	2891			2891
IGUAL	FOB en puerto EUA (pesos/t) **	346920			416304
MAS	Costos de internalización del producto desde el Golfo de EUA al Puerto de Veracruz, Mex. (pesos/t) (b) **	72403			74315(c)
IGUAL	Precio CIF en el puerto de Veracruz, Mex. (pesos/t) **	419323			490619
MAS	Costo de operación desde el puerto de Veracruz hasta los centros de consumo (Oaxaca, Tabasco y Sur de Veracruz) (pesos/t) (d)	30511			30511
IGUAL	Precio paritario de importación en los centros de consumo (Oaxaca, Tabasco y Sur de Veracruz) (pesos/t)	449834			521130
MENOS	Costos de operación del centro de producción (la Fraylesca) hasta los centros de consumo (Oaxaca, Tabasco y Sur de Veracruz) (pesos/t) (e)	20350			20350
IGUAL	Precio paritario de importación en la Fraylesca (pesos/t)	429484			500780

(a) Obtenido del anexo 7.

(b) Incluye: Almacenamiento en acopio (seguro, deshidratación del grano y mermas); flete marítimo internacional; gastos de internalización (fumigación, carga-descarga almacén, trámite aduanal y certificación); gastos en puerto de Veracruz (almacenamiento cuota 3 meses, seguro, mermas).

(c) Con maíz blanco los costos se aumentan en trámite aduanal y en el seguro y mermas en Veracruz.

(d) Factor multiplicativo 50 \$ 317 km (distancia promedio centros de consumo) + \$13061 (factor aditivo de costaleras) + \$1600 (carga-descarga).

(e) Cálculo similar a (d); con distancia promedio=407 km de la Fraylesca a los centros de consumo.

** Datos tomados de Sagarnaga (1990).

FUENTE: Elaborado por el autor.

Anexo 9. Ejemplo de cálculo del flujo de beneficios del encalado (1000\$). Caso alternativa de de adopción dos (curva logística). Incluye efecto residual.

Superf. adoptada Año has.	A										5	
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
1990 321 *	60648	144675	96450	48225								
1991 1910 *	360868	860841	573894	286947								
1992 8821 **		1666604	3975642	2650428	1325214							
1993 13344 **			2521162	6014167	4009445	2004722						
1994 4814 **				909538	2169679	1446453	723226					
1995 808 **					152660	364167	242778	121389				
1996 114 **						21539	51380	34253	17127			
1997 15 **							2834	6761	4507	2254		
1998 0 **								0	0	0	0	
1999 0 **									0	0	0	0
	60648	505543	2623896	7118923	9861081	7656999	3836881	1020219	162403	21634	2254	

* Valores reales actuales
 ** valores hipotéticos

NOTA= Ejemplo de cálculo: En el caso del año de 1990, el beneficio de 60648 es del año inicial o sea, cuando se aplica la cal; 144675, 96450 y 48225 son los beneficios del 1er., 2do., y 3er. año de efecto residual. Estos valores son el producto de multiplicar 321 has. con los beneficios/ha de cada año, los cuáles son mostrados en el Cuadro 14 (página 73).
 En los años siguientes el proceso de cálculo fue similar.

Anexo 10.- Costos del proyecto ICA, la Fraylesca, Chis. México. 1983-90. (1000\$ corrientes).

TIPO DE COSTO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
=====									
I. Salarios INIFAP								a marzo	
1.1 Científicos	1607	2490	4568	9209	17899	56709	58663	7493	158638
1.2 Técnicos	776	1703	2646	5679	12517	28222	38170	7910	97623
1.3 Auxiliares	1185	2021	3729	4888	10569	12995	14703	1745	51835
Sub total I =	3568	6214	10943	19776	40985	97926	111536	17148	308096
II.Gastos de Operación INIFAP.									
2.0 Oficina y administración (a)	953	1780	3219	5436	11960	11805	4442	735	40330
2.1 Vehículos:									
combustible	60	429	633	798	1698	3045	5822	99	12583
mantenimiento	41	116	266	495	2400	511	2300		6129
refacciones	11	77	735	216	1003	3504	2967		8514
2.2 Viajes y viaticos:	109	134	58	283	878	306	2345	488	4601
2.3 Materiales:	0	5	17	0	120	462	351		954
2.4 Otros:	23	145	222	174	754	851	808	10	2987
Sub Total II =	1196	2686	5150	7403	18813	20484	19035	1332	76099
III.Gastos de Asesoría CIMMYT/CIRAD.									
(ver nota: (b))	490	2351	2880	5710	26137	115514	58512	0	211594
IV. Gastos Transferencia Tecnología									
4.1 Distrito de desarrollo rural					2611	12754	7749	1937	25051
4.2 FIRA (c)							499	125	624
4.3 COPAECH (d)							4491	1123	5614
Sub Total IV =					2611	12754	12739	3185	31289
TOTAL (I + II + III + IV) =	5254	11251	18973	32889	88546	246678	201822	21665	627078
=====									
INPC (anual base 1978 =100)	613	1014	1600	2979	6907	14791	17751	22482	
INPC (anual base 1990 =100)	2.73	4.51	7.12	13.25	30.72	65.79	78.96	100.00	
=====									

(a) de 1983-1987 se considero como el 20% del Sub-total I+Sub-total II (sin incluir este rubro)

(b) incluye remuneraciones, viajes y viaticos, gastos operativos y apoyos al proyecto.

(p.e. computadora, materiales de capacitación, etc., etc.)

(c) FIRA: Fideicomiso Instituido en Relacion a la Agricultura.

(d) COPAECH: Comité de Producción Agropecuaria del Estado de Chiapas.

Fuente: Registros contabilidad INIFAP/CAECECH y CIMMYT.

Anexo II.- Costos del proyecto ICA, la Fraylesca, Chis. México. 1983-1990 (1000\$ constantes 1990). INPC.

TIPO DE COSTO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	TOTAL
I. Salarios INIFAP									
								a marzo	
1.1 Científicos	58946	55201	64197	69493	58263	86193	74298	7493	474082
1.2 Técnicos	28464	37754	37186	42855	40744	42895	48343	7910	286150
1.3 Auxiliares	43466	44803	52406	36886	34403	19751	18622	1745	252082
Sub total I =	130876	137758	153788	149233	133409	148840	141263	17148	1012315
II. Gastos de Operación INIFAP.									
2.0 Oficina y administración (a)	34957	39461	45238	41021	38931	17943	5626	735	223911
2.1 Vehículos: combustible	2186	9499	8896	6022	5526	4628	7374	99	44231
mantenimiento	1489	2572	3742	3738	7812	777	2913	0	23043
refacciones	414	1714	10331	1631	3266	5326	3758	0	26440
2.2 Viajes y viáticos:	3980	2968	817	2136	2859	465	2970	488	16683
2.3 Materiales:	0	111	236	0	389	702	445	0	1883
2.4 Otros:	844	3214	3117	1315	2455	1293	1023	10	13273
Sub Total II =	43870	59539	72377	55863	61238	31134	24108	1332	349462
III. Gastos de Asesoría CIMMYT/CIRAD. (ver nota: (b))									
	17973	52119	40474	43089	85078	175573	74107		488412
IV. Gastos Transferencia Tecnología									
4.1 Distrito de desarrollo rural					8499	19385	9814	1937	39635
4.2 FIRA (c)							632	125	757
4.3 COFAECH (d)							5688	1123	6811
Sub Total IV =					8499	19385	16134	3185	47203
TOTAL (I + II + III + IV)	= 192720	249416	266640	248185	288225	374932	255612	21665	1897393

Fuente: Registros contabilidad INIFAP/CAECECH y CIMMYT.

Anexo 12.- Retornos obtenidos únicamente con la superficie encalada hasta 1991.

a) Beneficios (1000\$) por año incluyendo efecto residual del encalado.

Superf. que adopta Años	R					N					O					S				
	1990	1991	1992	1993	1994	1990	1991	1992	1993	1994	1990	1991	1992	1993	1994	1990	1991	1992	1993	1994
1990	321	60648	144675	96450	48225															
1991	1910	360868	860841	573894	286947															
Total	60648	505543	957291	622119	286947															

Nota: Proceso de cálculo similar al anexo 9

b) Flujo de beneficios incrementales y medidas actualizadas del valor del proyecto.

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Costos	192710	249414	266633	248183	288223	374932	255612	21665				
Benef. bruto (a)	0	0	0	0	0	0	0	60648	505543	957291	622119	286947
Flujo de fondos	-192710	-249414	-266633	-248183	-288223	-374932	-255612	38983	505543	957291	622119	286947
VAN (1000\$)			-494436									
TIR (%)			4.2									
B/C			0.5									

anexo 13.- Retornos esperados al encalar en 1992 una superficie de 2206 hectáreas.

a) Beneficios (1000\$) por año incluyendo efecto residual del encalado.

Superf. que adopta Años	A					Total
	1990	1991	1992	1993	1994	
321	144675	96450	48225			
1910	360868	860841	573894	286947		
2206	416793	994249	662832	331416		
	60648	505543	1374084	1616368	949779	331416

Nota: Proceso de cálculo similar al anexo 9

b) Flujo de beneficios incrementales y medidas actualizadas del valor del proyecto.

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Costos	192710	249414	266633	248183	288223	374932	255612	21665					
Benef. bruto (a)	0	0	0	0	0	0	0	60648	505543	1374084	1616368	949779	331416
Flujo de fondos	-192710	-249414	-266633	-248183	-288223	-374932	-255612	38983	505543	1374084	1616368	949779	331416
VAN (1000\$)			48										
TIR (%)			15										
B/C			1										

Anexo 14.- Flujo de beneficios incrementales netos (1000\$) y medidas actualizadas del valor del proyecto con la alternativa de adopción uno.

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Costos	192710	249414	266633	248183	288223	374932	255612	21665		
Benef. bruto (a)	0	0	0	0	0	0	0	60648	505543	1318159
Flujo de fondos	-192710	-249414	-266633	-248183	-288223	-374932	-255612	38983	505543	1318159

(a) = Proceso de cálculo similar al anexo 9

Continúa ...

	1993	1994-2005	2006	2007	2008	2009
Costos	0	0	0	0	0	0
Benef. bruto (a)	1843828	2082549	1944437	1392218	641199	177126
Flujo de fondos	1843828	2082549	1944437	1392218	641199	177126

VAN (1000\$) 2361388
 TIR (%) 28.5
 B/C 3.2

Anexo 15.- Flujo de beneficios incrementales netos (1000\$) y medidas actualizadas del valor del proyecto con la alternativa de adopción dos (curva logfística).

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Costos	192710	249414	266633	248183	288223	374932	255612	21665		
Benef. brutos (a)	0	0	0	0	0	0	0	60648	505543	2623896
Flujo de fondos	-192710	-249414	-266633	-248183	-288223	-374932	-255612	38983	505543	2623896

(a) Proceso de cálculo similar al anexo 9.

Continúa ...

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Costos	0	0	0	0	0	0	0	0
Benef. brutos (a)	7118923	9861081	7656999	3836881	1020219	162403	21634	2254
Flujo de fondos	7118923	9861081	7656999	3836881	1020219	162403	21634	2254

UPM (1000\$) 5035106
 TIR (%) 41.4
 B/C 5.6

Anexo 16.- Flujo de beneficios incrementales netos (1000\$) y medidas actualizadas del valor del proyecto con la alternativa de adopción tres.

	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Costos	192710	249414	266633	248183	288223	374932	255612	21665	
Benef. brutos (a)	0	0	0	0	0	0	0	60648	505543
Flujo de fondos	-192710	-249414	-266633	-248183	-288223	-374932	-255612	38983	505543

(a) Proceso de cálculo similar la anexo 9.

Continúa ...

	1992	1993	1994	1995-2019	2020	2021	2022	2023
Costos	0	0	0	0	0	0	0	0
Benef. brutos (a)	1146227	1261757	1227053	1090340	1075036	864897	426364	138065
Flujo de fondos	1146227	1261757	1227053	1090340	1075036	864897	426364	138065

VAN (1000\$) 1193870
 TIR (%) 23.1
 B/C 2.1