

Evaluación del Impacto Ambiental y Productivo de Proyectos de Desarrollo Tecnológico en el Cultivo de Trigo en México

**Erasmus Valenzuela Cornejo
José A. Espinoza García
Gerardo Barrera Camacho
Humberto Vaquera Huerta
Oscar H. Moreno Ramos
María A. Velázquez Hernández
Eduardo Casas Díaz**



**Respuestas de la Investigación Agrícola
a las Nuevas Demandas Tecnológicas:
Agroindustria y Recursos Naturales**



373

Evaluación del Impacto Ambiental y Productivo de Proyectos de Desarrollo Tecnológico en el Cultivo de Trigo en México

5 111, 1 1

Erasmus Valenzuela Cornejo¹
José A. Espinoza García¹
Gerardo Barrera Camacho¹
Humberto Vaquera Huerta²
Oscar H. Moreno Ramos¹
María A. Velázquez Hernández³
Eduardo Casas Díaz⁴

Enero 1999

La Haya, Países Bajos
Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR)

¹ Investigador de INIFAP

² Profesor Investigador de Colegio de Postgraduados de Chapingo

³ Investigador del Colegio de Postgraduados

⁴ Profesor Investigador del Colegio de Postgraduados de Chapingo y Asesor del Director en Jefe del INIFAP

1101
OFFICUR
801
03

Derechos de autor © 1999 Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR). ISNAR fomenta el uso justo de este material. Se solicita la citación adecuada.

B010139

00001988

Citación:

Valenzuela Cornejo, E., J.A. Espinoza García, G. Barerra Camacho, H. Vaquera Huerta, O.H. Moreno Ramos, M.A. Velázquez Hernández, E.y Casas Díaz. 1999. Evaluación del Impacto Ambiental y Productivo de Proyectos de Desarrollo Tecnológico en el Cultivo de Trigo en México. La Haya, Países Bajos: Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR).

Indice

Prólogo	v
Agradecimientos	vi
Siglas	vii
Resumen Ejecutivo	viii
Introducción	1
I. Procedimiento Secuencial en el Proyecto de Investigación	3
II. Revisión del Dominio de la Investigación	3
El contexto agrícola nacional	4
La investigación agrícola	4
III. Análisis de Limitantes	5
El cambio estructural e implicaciones para el sector agrícola en México	5
El marco físico y sus limitantes	6
IV. Evaluación de Resultados Existentes	9
El producto trigo	9
El concepto de desarrollo sostenible	10
V. Determinación de Objetivos y Selección de Metodología	11
VI. Metodología	12
Matriz de Análisis de Política (MAP)	12
Pasos para construir una MAP	13
Interpretación de los Indicadores de la MAP	16
Competitividad	16
Ventajas Comparativas	16
Sostenibilidad	17
Análisis de Sensibilidad	18
VII. Selección y Descripción de la Tecnología	18
VIII. Datos y sus Fuentes de Información	19
IX. Implementación de la Metodología	20
X. Resultados y Conclusiones	21
Escenario con Impacto Ambiental	26
Criterios de decisión e interpretación de los resultados	28
Conclusiones	29
Referencias	30



Cuadros

1.	Estructura de la MAP	13
2.	Características de las tecnologías evaluadas	19
3.	Costos, ingresos y ganancias, valorados a precios de mercado por tecnología estudiada - promedios de cinco años, en dólares por Ha	22
4.	Costos, ingresos y ganancias, valorados a precios económicos por tecnología estudiada - promedios de cinco años, en dólares por Ha	23
5.	Resultados de la MAP para la producción de trigo en la Costa de Hermosillo - caso de la tecnología tradicional	23
6.	Resultados de la MAP para la producción de trigo en la Costa de Hermosillo - caso de la tecnología de bajo costo uno	24
7.	Resultados de la MAP para la producción de trigo en el Valle del Yaqui - caso de la tecnología tradicional	24
8.	Resultados de la MAP para la producción de trigo en el Valle del Yaqui - caso de la tecnología de bajo costo uno	24
9.	Resultados de la MAP para la producción de trigo en el Valle del Yaqui - caso de la tecnología de bajo costo dos	25
10.	Competitividad y ventaja comparativa de las tecnologías en trigo en el Noroeste de México	25
11.	Costos, ingresos y ganancias, valorados a precios ecológicos por tecnología estudiada - promedios de cinco años, en dólares por ha	27
12.	Competitividad y sostenibilidad de las tecnologías en trigo en el Noroeste de México	27
13.	Criterios de decisión en base a competitividad y sostenibilidad	28
14.	Criterios de decisión en base a los resultados de la MAP escenarios económico y ecológico	29

Figuras

1.	Diagrama en la formulación del proyecto de investigación	3
2.	Balance de agua en la región de Hermosillo	7
3.	Superficie de trigo en Hermosillo 1980-1996	9



Prólogo

Quienes trabajan en los sistemas de investigación de los países en desarrollo están conscientes de la ampliación y los desafíos que surgen, por un lado de nuevas necesidades tecnológicas "limpias" y más productivas y, por otro, de sectores sociales que requieren mejorar su calidad de vida, dependiendo en gran parte del progreso de factores íntimamente relacionados con la producción agropecuaria.

En conjunto con los sistemas nacionales de investigación de los países en desarrollo, el Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR) trata de fortalecer las capacidades institucionales para la investigación agrícola. En el cumplimiento de su misión, el ISNAR conduce investigación y brinda servicios en las áreas de políticas, organización, y manejo gerencial, en asociación con las entidades nacionales y entes interesados.

El conocimiento de los cambios requeridos y las propuestas que permiten viabilizar soluciones tienen mayor credibilidad y oportunidad de ser aplicadas, si en el proceso analítico se combinan la visión internacional del ISNAR con la experiencia y la capacidad de los institutos nacionales, bien como, de sus programas cooperativos regionales, para definir alternativas aplicables a sus propias condiciones, límites y realidades.

Este es el proceso que se ha seguido en el Proyecto INIAs/BID/ISNAR, mediante el concurso de especialistas de INTA-Argentina, EMBRAPA-Brasil, INIA-Chile, CORPOICA-Colombia, INIFAP-México y FONAIAP-Venezuela, los cuales condujeron seis estudios de caso, bajo un marco conceptual común. Los estudios del Proyecto comprendieron dos grandes campos temáticos, los Recursos Naturales, estudios en su mayor parte coordinados por el PROCINDINO y, el Sector Agroindustrial, estudios coordinados por el PROCISUR.

Las instituciones ejecutoras de los estudios y el ISNAR, esperan que el presente documento brinde elementos pertinentes para que directores y gerentes de investigación, de planificación o de gestión de desarrollo institucional orienten y dispongan acciones, enlaces y definiciones necesarias para integrar satisfactoriamente la nuevas demandas tecnológicas en la investigación agrícola.

Stein W. Bie
ISNAR

Jorge Kondo
INIFAP



Agradecimientos

Este documento es parte del esfuerzo conjunto realizado por ISNAR, BID, y seis Institutos Nacionales de Investigación Agrícola y son los siguientes: INTA-Argentina, EMBRAPA-Brasil, INIA-Chile, CORPOICA-Colombia, FONAIAP-Venezuela e INIFAP-México. Esta conjunción de esfuerzos fue fortalecida con la participación de organismos regionales como PROCISUR y PROCIANDINO. En este documento se reconoce la participación de los directivos y personal de todos los niveles que contribuyeron aportando ideas, información y recursos que permitieron llevar a cabo el proyecto en forma global que dio origen a seis estudios de caso como el presente en el Noroeste Mexicano. Destaca la creativa y fina dirección del Líder de este proyecto Willem Janssen que con el respaldo y experiencia de Jaime Tola lograron una brillante labor que difícilmente se podría reflejar en las publicaciones ya que su aporte va mas allá y que podrá en parte reflejarse también en cambios institucionales para incorporar nuevas demandas en los procesos de investigación. En este nivel también destacan los apoyos de Melina Tensen y Zenete Peixoto Franca.

En México el decidido apoyo brindado por Jorge Kondo Director en Jefe de INIFAP facilitó la realización del presente trabajo. La estrecha participación de INIFAP y el Colegio de Postgraduados permitió la interacción de investigadores de ambas instituciones para realizar el estudio y la presente publicación. Pero también es importante reconocer el apoyo brindado por un gran número de instituciones Mexicanas que con el aporte de su personal y al poner a disposición información valiosa hicieron factible el presente trabajo. Dentro de estas instituciones destacan la Comisión Nacional del Agua, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora, Secretaría de Fomento Agrícola del Gobierno del Estado de Sonora, Banco Rural, Banco de México-FIRA, ACERCA, Universidad de Sonora, Fundación Produce Sonora.

También se contó con un gran respaldo y la contribución de parte de colegas del INIFAP y sus unidades regionales como el Centro de Investigación Regional del Noroeste y en especial del Campo Experimental Costa de Hermosillo. Destaca en este ámbito la participación de Mario Guerrero. En realidad es una lista muy grande que por las limitaciones de espacio no es posible mencionarlos en forma individual, pero queremos reconocer que su apoyo y respaldo permitieron el logro del presente trabajo.

Finalmente, hacemos extensivo nuestro agradecimiento al equipo que nos apoyó con el trabajo editorial: Viviana Galleno, Pocha Horton, Monica Vatter, Eca Zepeda. Agradecemos al equipo de apoyo del ISNAR que colaboró sin descanso con la transcripción y preparación final del formato de este documento: Herma Adema-Labille, Claudia Forero, Pamela Gené y Melina Tensen. También a Simone Meideros por su apoyo secretarial. Agradecemos a Jacobine Verhage por su interminable colaboración con todos los materiales y a Richard Claase por la elaboración de las carátulas.



Siglas

BC1	Bajo costo uno (tecnología de producción de trigo)
BC2	Bajo costo dos (tecnología de producción de trigo)
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
B-TRAD	Bombeo tradicional (tecnología de producción de trigo)
CIF	costo, seguro y transporte
COAPAES	Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Colombia
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Brasil
FIRA	Fideicomiso Instituido en Relación a la Agricultura libre a bordo
FONAIAP	Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Venezuela
G-TRAD	Gravedad tradicional (tecnología de producción de trigo)
INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, México
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina
ISNAR	International Service for National Agricultural Research (Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional)
MAP	Matriz de Análisis de Políticas
NAFTA	North American Free Trade Agreement
PROCIANDINO	Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia Agropecuario para la Región Andina
RCE	Relación de costo económico
RCN	Relación de costo de los recursos naturales
RCP	Relación de costo privado
SAGAR	Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, México



Resumen Ejecutivo

El presente estudio de caso forma parte de un proyecto conjunto de ISNAR-BID y los institutos de investigación en el medio rural de seis países latinoamericanos. El proyecto global está enfocado en el análisis de alternativas metodológicas para responder a las nuevas demandas tecnológicas de agroindustria y recursos naturales. La nueva realidad, caracterizada por la disminución en la regulación gubernamental, la integración comercial y por la incapacidad de expandir la frontera agrícola, obliga al sector agrícola a introducir cambios tecnológicos que armonicen la explotación racional de los recursos naturales, la competitividad, la seguridad alimentaria y una mejor distribución de los beneficios.

En el anterior contexto, este estudio consideró el sistema de producción trigo, dado que el trigo es un cultivo que ha tenido cambios importantes, tanto en su sistema de producción como en el de investigación. Su importancia radica en que es un cultivo básico, pues ocupa uno de los primeros lugares en cuanto a superficie sembrada en México. Anterior al NAFTA, la producción de trigo se orientaba en un 80% a trigo harinero y el resto a trigo duro. En tres años de transición, la orientación se ha invertido, ya que actualmente el 65% de la producción es de trigo duro y el 35% de trigo harinero.

La principal región productora de este grano en México es el Noroeste del país, especialmente las regiones del Valle del Yaqui y la de Hermosillo, en el Estado de Sonora. En esta región árida, el problema de escasez de agua ha ocasionado una fuerte competencia por este recurso, entre los usos urbano e industrial y el agrícola. Este problema se ha acentuado dramáticamente en la última década y se anticipa un conflicto en el desarrollo regional. Esta situación ha cambiado la forma de valorar la escasez del recurso y, como consecuencia, ha surgido un mercado regional del agua que tiende a valorar el recurso de acuerdo con su escasez.

Lo anterior implica que las estrategias de investigación actuales sufran cambios, para involucrar la visión de sistemas que toman en consideración las complejas relaciones de los sistemas de producción y de consumo. Y, además, consideran conceptos tales como la ventaja comparativa, competitividad y sostenibilidad. Esto implica identificar las debilidades, las fortalezas institucionales, las oportunidades y los retos presentes en el entorno para este sistema de producción.

Los objetivos que plantea este estudio son: 1) Adecuar y seleccionar metodologías para la evaluación del impacto ambiental de los proyectos de investigación y de la productividad; 2) Aportar elementos para la incorporación de los recursos naturales en programas de desarrollo e investigación agrícola.

La herramienta analítica propuesta en este estudio es la Matriz de Análisis de Políticas (MAP), por su sencillez y versatilidad. La MAP es un modelo simple de presupuestos parciales que se enfoca a la identificación de patrones eficientes de producción y precios. La MAP facilita el análisis, cuando las condiciones de mercado difieren de la competen-



cia perfecta, y determina el impacto de las políticas. Así mismo, facilita la estimación de las ganancias a nivel privado, económico y ecológico. También evalúa el impacto de las inversiones en la eficiencia y en la simulación de los efectos en las ganancias de la tecnología potencial con relación a las tecnologías actuales; es decir, de un cambio tecnológico. A esta herramienta se le incluye la evaluación de las tecnologías bajo un manejo sostenible de los recursos naturales (agua), lo que implica incorporar el impacto ambiental de la sobreexplotación del recurso.

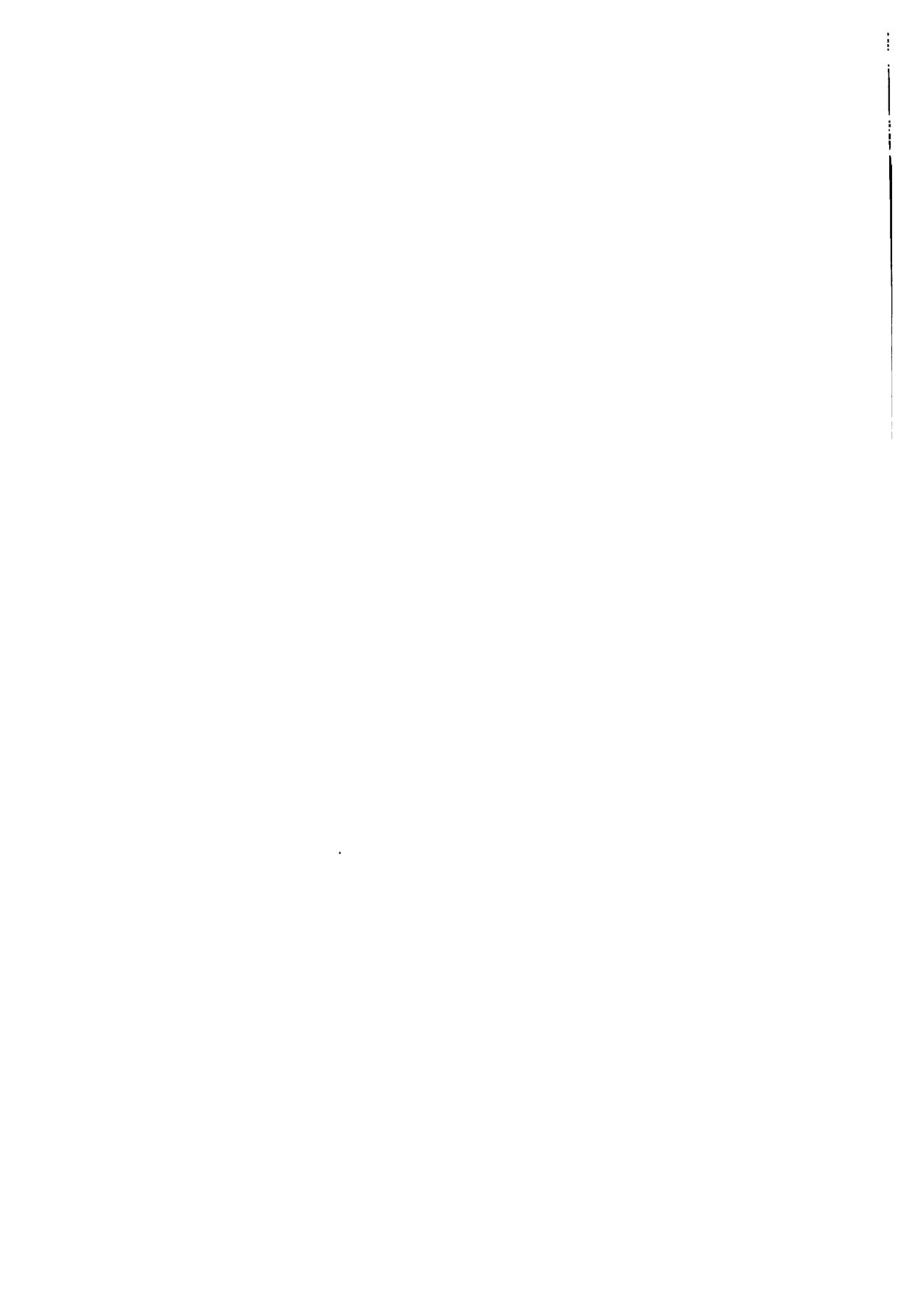
Las tecnologías evaluadas en este estudio son tres: tradicional (Trad), bajo costo uno (BC1) y bajo costo dos (BC2). Estas tecnologías pueden ser aplicadas bajo condiciones de riego por bombeo (B) y por gravedad (G). Estas tecnologías están dirigidas a reducir el volumen de agua y los costos de producción. Las alternativas tecnológicas evaluadas son dos en la Costa de Hermosillo y tres en el Valle del Yaqui; la de B-TRAD y de B-BC1 en Hermosillo y G-TRAD, G-BC1 y G-BC2 en el Valle del Yaqui. Estas en sí representan la opción racional del uso del recurso agua. El análisis comprende datos promedio de los ciclos agrícolas de otoño-invierno de 1993-1994 a 1997-1998, lo que representan cinco ciclos analizados.

Los resultados de la matriz de presupuestos parciales señalan que todas las tecnologías tienen ganancias privadas positivas. Las de menor rentabilidad son las tecnologías tradicionales, que son las que más utilizan los productores. Las mayores ganancias de las tecnologías de bajo costo permiten lograr mayor eficiencia en el uso del recurso agua.

El comportamiento de las tecnologías en la Costa de Hermosillo con riego por bombeo, resultan competitivas a nivel privado. Sin embargo, la tecnología tradicional no es competitiva en los escenarios económico y ecológico, lo que lleva a cuestionar su sostenibilidad. En la región del Valle del Yaqui, las tres tecnologías evaluadas en la producción de trigo bajo riego por gravedad son competitivas a nivel privado. La tecnología tradicional tiene problemas de competitividad bajo el escenario económico. Sin embargo, la situación cambia favorablemente cuando se aplica la tecnología de bajo costo uno y dos; esto implica el uso de las tecnologías propuestas por el INIFAP para conservar la competitividad y la sostenibilidad.

La MAP resultó ser un método útil para evaluar las tecnologías de competitividad y sostenibilidad. Mediante la combinación de la MAP con la técnica de simulación de escenarios es posible evaluar el costo del uso del recurso agua, que representa el impacto ambiental, para conocer el manejo sostenible de este recurso natural.





Introducción

El reto actual para la investigación es generar tecnologías con alto nivel de eficiencia, lograr una agricultura competitiva y alcanzar un uso sostenible de los recursos naturales. Las instituciones de investigación requieren entonces armonizar el gran dilema de ser competitivo a nivel internacional y a la vez lograr la seguridad alimentaria, así como impulsar un desarrollo que tienda a reducir el grave problema de pobreza rural y mejorar el bienestar de la población, conservando la calidad y cantidad de los recursos naturales.

La estrategia de producción dominante hasta ahora ha sido basada en el concepto de modernización agrícola con un enfoque productivista. Bajo esta perspectiva, tanto los centros de investigación como los productores agropecuarios aplican una agricultura cada vez más intensiva en el uso de los recursos naturales, capital y agroquímicos.

Lo anterior ha ocasionado que los problemas en recursos naturales sean cada vez más complejos. La explotación de los recursos naturales a ritmos que superan la capacidad de renovación del agrosistema ha conducido a múltiples problemas de degradación. El uso de altas cantidades de agroquímicos ha ocasionado problemas de contaminación y efectos en la salud humana, que se relacionan con enfermedades cardiovasculares, neurológicas y cáncer entre otras.

Sin embargo, existe una tendencia, que cada vez toma más fuerza, por un manejo sostenible de los recursos naturales. Se

plantea la necesidad de considerar el costo por el uso de los recursos, particularmente los escasos. Sin embargo, de inmediato surge la duda de quién debe pagar por la degradación de la calidad de los recursos, el productor, el consumidor o el estado.

El nuevo mandato de investigación implica generar alianzas estratégicas, tanto en el interior de los países como a nivel internacional. Este es precisamente el enfoque del presente estudio de caso, que forma parte del proyecto de un esfuerzo conjunto de ISNAR (International Service for National Agricultural Research), BID (Banco Interamericano para el Desarrollo) y los institutos de investigación agrícola en seis países latinoamericanos que son los siguientes: INTA-Argentina, EMBRAPA-Brasil, INIA-Chile, CORPOICA - Colombia, FONAIAP-Venezuela e INIFAP-México. El proyecto está enfocado en el análisis de alternativas metodológicas en apoyo a las instituciones de investigación, para reorientar sus enfoques y responder a las nuevas demandas tecnológicas de agroindustria y recursos naturales.

El propósito específico del estudio de caso de México es evaluar y proponer metodologías para obtener elementos que ayuden a los sistemas productivos a lograr la competitividad y el uso sostenible de los recursos naturales. Así mismo, dichos elementos deben apoyar la toma de decisiones estratégicas, tanto para fundamentar los nuevos enfoques de investigación, como el diseño de programas de desarrollo sostenible.



Este documento es el resultado de un estudio de caso realizado en México enfocado al estudio de uno de los cultivos más importantes y uno de los factores más críticos para el desarrollo futuro de la agricultura. El trigo es el cultivo que, además de ocupar el cuarto lugar en superficie de siembra en México, es también uno de los granos básicos en la alimentación del pueblo. El agua es el recurso natural que se ha convertido en el factor más limitante, particularmente en las zonas áridas del país, no sólo en la agricultura sino que afecta también al consumo urbano.

En este estudio de caso se consideraron los siguientes cuatro métodos para la evaluación de tecnologías productivas: (a) Matriz de Análisis de Políticas (MAP); (b) Modelo Económico para la Determinación de Costos de Oportunidad de los Recursos Naturales; (c) Modelo para Determinar los Beneficios Netos y la Capacidad de Renovación de un Ecosistema; d) Modelo Empírico para Medir el Costo Potencial por Contaminación. De los cuatro métodos anteriores, se seleccionó la MAP, por sus siguientes características:

1. Los fundamentos de la MAP se basan en una lógica muy sencilla, lo cual facilita su aplicación e interpretación por investigadores de diferentes disciplinas;

2. Puede ser aplicada en una amplia variedad de circunstancias;
3. Mediante la combinación de la MAP y la técnica de simulación de escenarios es posible incorporar el costo de los recursos naturales, los cuales no son reflejados por el mercado.

Por otro lado, es importante destacar que este método requiere información exhaustiva de la cadena productiva, desde la producción hasta la distribución de la producción, lo cual pudiera limitar su aplicación en algunos países y sistemas-productos donde la información es escasa e incompleta.

Con el propósito de ilustrar la metodología de investigación, el presente documento está organizado en una secuencia lógica de ocho etapas. Las cuatro primeras etapas se refieren a la visualización de la problemática, mediante la revisión de los antecedentes y limitantes, así como el planteamiento de los objetivos. De la cuarta a la séptima etapa, se incluye la identificación de la metodología, la definición del estudio de caso, así como la disponibilidad de recursos y fuentes de información.

Finalmente, se presenta la implementación del proyecto, así como los resultados y su interpretación.

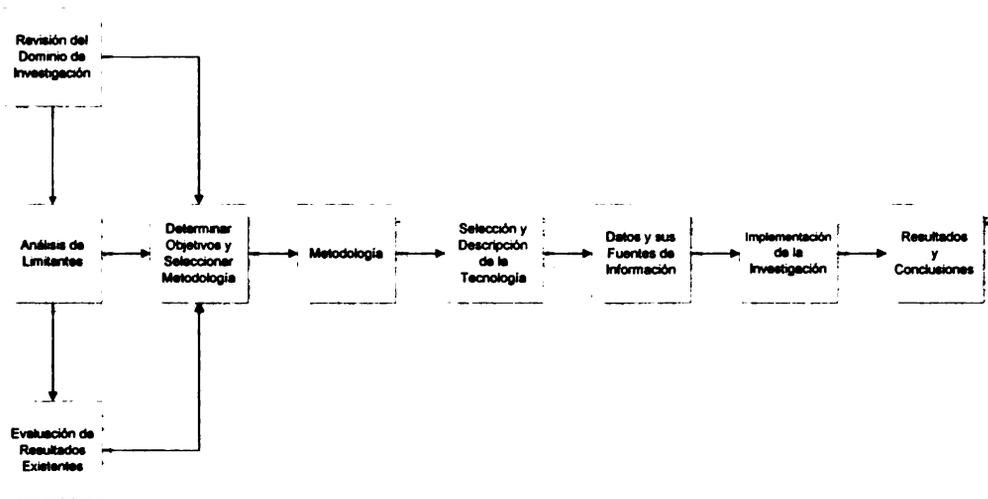
I. Procedimiento Secuencial en el Proyecto de Investigación

Con el propósito de ilustrar el proceso de investigación, a continuación se incluye una versión modificada del procedimiento de ocho fases propuesto por Collion y Kissi, 1994, y revisado por Janssen y Kissi, 1997. Este método de formulación de programas de investigación (Figura 1) tiene la ventaja que permite la visualización del proceso de in-

vestigación a seguir; facilita la programación para cada una de las etapas; así como la utilización de los recursos disponibles. El procedimiento secuencial fue seguido por un período de un año. Durante los tres primeros meses se realizaron las cuatro primeras fases y las últimas cuatro fases fueron realizadas en el transcurso de los siguientes nueve meses.

Figura 1

Diagrama en la formulación del proyecto de investigación



II. Revisión del Dominio de la Investigación

Este primer paso es relevante, ya que en esta fase se requiere definir el enfoque de la investigación. Comúnmente existen dos enfoques alternativos de investigación, el primero es el enfoque de cadena, que podría ser similar al sistema-producto y, el segundo, es el enfoque re-

gional. El enfoque de cadena consiste en el análisis de un sistema-producto que permite visualizar todo el proceso, desde la producción hasta la distribución de un producto específico. El enfoque regional se refiere al análisis integral que se realiza de los recursos disponibles y la pro-



ducción en una área determinada, cuyas características tienden a cierta uniformidad agroecológica, socioeconómica y administrativa.

El presente estudio de caso se fundamenta en una combinación de ambos enfoques de cadena y regional. Mediante el enfoque de cadena se visualiza el sistema-producto trigo, cuyo análisis rebasa los límites de la región. Mediante el enfoque regional se visualiza la problemá

tica de una región árida donde el problema de escasez de agua se constituye en el recurso natural, en torno al cual se organiza el análisis de la actividad agropecuaria y su relación con los sectores urbano e industrial. Bajo este enfoque, a continuación se examinan los contextos del sector agrícola nacional y regional, así como el contexto de la investigación agrícola en México.

El contexto agrícola nacional

La agricultura mexicana es un sector estratégico para el desarrollo nacional, por las siguientes razones: Primero, es la fuente de alimentos para la población. Segundo, es la fuente generadora de empleos más importante en las áreas rurales; se estima que el 24% de la población económicamente activa (8.8 millones de personas) trabaja en la agricultura. Es una de las actividades que permite tanto el uso extensivo como intensivo de los recursos naturales; en 1996 la SAGAR reporta una superficie sembrada de 27 millones de hectáreas, de las cuales cerca del 23% corresponden a tierras de riego.

Así mismo, había sido tradicionalmente uno de los principales sectores económicos del país por su aportación al PIB nacional y también por ser una fuente generadora de divisas.

Actualmente esta situación ha cambiado a pesar de la importancia del sector agrícola en México, se ha observado una marcada tendencia a disminuir su importancia relativa al desarrollo nacional. Se anticipa que esta tendencia continuará en el futuro, ya que en cierta manera se sigue la tendencia de los países desarrollados, donde los Estados Unidos representa uno de los extremos, con menos del 2% de su población económicamente activa dedicada a la producción agrícola.

La investigación agrícola

La investigación jugó un papel trascendental en el desarrollo agropecuario de México, a partir de la segunda mitad del presente siglo. El ejemplo más conocido es la Revolución Verde, de la cual México es considerado uno de los pioneros en el ámbito mundial. En efecto, durante el período de 1940 a 1970 se implementó la llamada modernización de la agricultu

ra mexicana, que consistió en la aplicación del cambio tecnológico que contribuyó a alcanzar un crecimiento medio de 4.5% en el sector agropecuario (Gregory y Altman, 1989; Sanderson, 1986; Bourlaug, 1970). En el contexto del fenómeno de la Revolución Verde, el trigo representó el cultivo que logró el mayor éxito. Como ejemplo se puede mencionar



que durante el período de 1945 a 1996, en el Estado de Sonora, la producción incrementó de un promedio de menos de 1 ton/ha a 6 ton/ha.

El crecimiento mencionado permitió su perar el incremento de la población por cerca de tres décadas y contribuyó al objetivo de autosuficiencia alimentaria. No obstante los logros obtenidos durante el período de la Revolución Verde, a partir de los años setenta se redujo el incremento en la producción y, más grave aún, surgieron graves problemas sociales, económicos y ecológicos, como evidencia de la insostenibilidad de la estra

tegia de desarrollo. En el aspecto social, se acentuó la concentración de los beneficios en manos de grandes productores y en zonas con mayor potencial productivo del país. En lo económico, el uso excesivo de insumos de producción elevó los costos de producción de tal manera que redujo la capacidad competitiva de los productores y provocó mayor dependencia del exterior. En lo ecológico, el uso excesivo de agroquímicos ha provocado contaminación ambiental que, combinada con la sobreexplotación de recursos naturales, han puesto en riesgo el potencial productivo de las futuras generaciones (Calva, 1993; de Hewitt, 1992).

III. Análisis de Limitantes

La segunda fase se refiere a las limitantes que enfrenta el sistema de investigación y de producción agrícola en un contexto amplio; incluyendo deficiencias de mercado, limitaciones institucionales, estructurales o ineficiencias en uso y

manejo de los recursos naturales. En este estudio para efectos ilustrativos se revisan ambos, el cambio estructural y las limitaciones físicas, y sus implicaciones para los sectores productivo y de investigación.

El cambio estructural e implicaciones para el sector agrícola en México

A partir de los años ochenta, el gobierno mexicano imprimió un cambio en el modelo de desarrollo mismo que ha tenido una gran trascendencia en la agricultura nacional. Este cambio se orientó hacia la disminución en la regulación gubernamental para permitir una mayor intervención de las leyes del mercado, así como lograr una mayor integración de la nación hacia una economía global. El Tratado de Libre Comercio (TLC o NAFTA) entre México, Estados Unidos y Canadá ilustra perfectamente este nuevo enfoque.

Dentro de estos cambios, la agricultura tiene que enfrentar nuevos retos y la tecnología es un elemento clave para armonizar la explotación racional de los recursos naturales, continuar siendo competitivos, y lograr la seguridad alimentaria y mejorar la distribución de los beneficios entre los participantes en el proceso productivo.

El marco físico y sus limitantes

México representa un mosaico de amplias variaciones en las condiciones físicas para la producción agrícola, que varían desde las zonas selváticas en el sudeste del país hasta las regiones desérticas del norte mexicano.

Esta heterogeneidad, por un lado, representa una oportunidad para la explotación de una gran variedad de cultivos. Pero, por otro lado, representa una fuerte limitante, ya que en el sudeste los excesos de humedad dificultan la agricultura y en todo el norte la escasez de agua limita la agricultura y reduce los rendimientos especialmente en los terrenos de temporal. Por ejemplo, en algunas áreas la escasez de agua se ha convertido en un problema crítico de competencia por el uso del recurso escaso. Es decir, que la demanda de la agricultura compite con la demanda de la población urbana, la industria y otros usos. En esta situación destacan los estados de Sonora, Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Nuevo León, Coahuila, Durango y San Luis Potosí. Por su trascendencia nacional, en este trabajo se seleccionó el agua como un factor que puede ilustrar el estudio de los recursos naturales, por las siguientes razones:

- En México, por ejemplo, cerca del 70% del territorio es árido o semiárido. Al igual que en el ámbito mundial, cerca del 30% de la superficie total es también árida o semiárida, lo cual le da mayor relevancia a este estudio de caso.
- El recurso agua se está convirtiendo con mayor frecuencia en un factor

crítico y en el recurso natural sujeto a una mayor competencia debido al incremento explosivo de la demanda derivado del crecimiento de la población y de la industria. Para ilustrar la trascendencia del problema, se seleccionaron dos regiones agrícolas del Noroeste de México.

El Noroeste de México es una región árida que forma parte del desierto de Norteamérica y por ello los problemas de escasez de agua y el problema por la competencia del recurso se ha vuelto dramático en la última década. Uno de los supuestos es que a pesar de que históricamente el agua no ha sido una fuente de conflicto en el desarrollo regional (comparada con la tierra), en el futuro cercano pudiera convertirse en el factor limitante más importante para impulsar un desarrollo sostenible, donde necesariamente deberá incluirse a las actividades agrícolas, industriales y a la vez satisfacer la demanda de agua de la población urbana con un dinámico crecimiento.

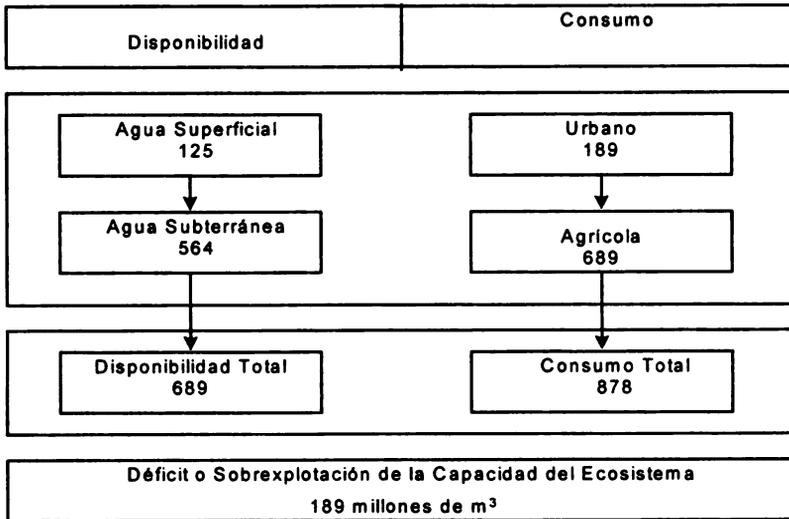
El impacto de este conflicto tiene implicaciones económicas, sociales, ecológicas y políticas. Lo grave es que estamos frente a un problema creciente, ya que la disponibilidad de agua no aumenta, mientras que la demanda está incrementando dramáticamente con el crecimiento de la población y el desarrollo industrial. Como consecuencia, la agricultura ha decrecido, lo que implica una reducción en la producción de alimentos.



La competencia por el agua no es un fenómeno nuevo. Lo novedoso del problema es el alto ritmo de crecimiento de la demanda urbana, que se traduce en re-

ducción de agua en el sector agrícola. En la región de Hermosillo, el balance anual indica que existe una sobreexplotación de 31% en el sistema natural (Figura 2).

Figura 2
Balance de agua en la región de Hermosillo
(millones de m³)



El exceso de demanda ha sido cubierto principalmente mediante la sobreexplotación del acuífero subterráneo en cerca de 189 millones de m³, lo que se convierte en un proceso insostenible a largo plazo. Este problema se ha agravado por un periodo de sequías que se han presentado durante los últimos tres años, por lo cual durante el otoño-invierno 1997-1998 se adoptaron medidas que nunca se habían presentado en el desarrollo regional, como es racionar el consumo de agua para el uso urbano (Distrito de Riego No. 51; Distrito de Desarrollo Rural No. 144; Distrito de Riego de la Presa Abelardo L. Rodríguez; COAPAES 1998).

Los problemas de escasez de agua en el ecosistema regional han cambiado la perspectiva y la forma de valorar el recurso natural escaso. En la actualidad se ha iniciado un mercado regional del agua. Por ejemplo, en la región de Hermosillo en la agricultura el costo es de \$28.2 dls el millar de m³; mientras que en el Valle del Yaqui el costo del agua en la agricultura es de sólo \$5.8 dls por millar de m³. El caso extremo en cuanto a mayor costo de agua es representado por la ciudad de Hermosillo, cuyo costo es de 163 dls el millar de m³.

El problema de exceso de demanda se refleja con mayor magnitud en la región de



Hermosillo. En la agricultura de Hermosillo, durante el período de 1950 a 1970, se dio una sobreexplotación del acuífero subterráneo al superar la extracción de agua a su capacidad de recarga. La sobreexplotación fue dramática en ciertos períodos, llegando hasta el 300% a finales de la década de los sesenta, es decir, que se llegaron a extraer cerca de 1,200 millares de m³ por año, cuando la recarga promedio anual estimada es de sólo 400 millares de m³. El resultado es que se presentó un grave problema de abatimiento del nivel freático, causando salinización por intrusión de agua de mar e incremento en los costos de extracción, que convirtieron al sistema en un problema insostenible. A partir de 1977 se implementó un programa para recuperar el nivel de explotación sostenible (*the safe yield*); es decir, se reguló que el volumen de extracción fuera igual al volumen de recarga en un período de 15 años. En la agricultura regional de Hermosillo este programa significó la reducción de la superficie promedio anual de 120,000 ha a 60,000 ha de siembra.

En el área urbana, el problema del exceso de demanda incrementa cada día con el crecimiento de la población. Actualmente se plantean dos alternativas: La primera consiste en la transferencia de agua del Río Yaqui, que es la fuente que abastece de agua al Valle del Yaqui. La segunda consiste en comprar los derechos de agua de pozos de agricultores de la región de Hermosillo y transferirlos para el uso urbano. Ambas alternativas son polémicas y actualmente existe un debate, como resultado del cual las auto-

ridades deberán tomar una decisión. Desde el punto de vista del mercado de agua, se anticipa que muy pronto el precio de este insumo influirá los costos de agua en la agricultura de ambas regiones.

Con base en los antecedentes y las limitantes planteadas anteriormente, se puede resumir los siguientes problemas:

1. Los cambios estructurales planteados por el problema de mantener la competitividad de la agricultura frente al mercado internacional. México posee poco más de 3,100 Km de frontera con los Estados Unidos, que es considerado el mayor productor agrícola del mundo (Ingram, 1994).
2. Las limitantes climáticas que plantean el problema de la imposibilidad de expandir la frontera agrícola para satisfacer las necesidades dinámicas de una población en rápido crecimiento.
3. Como parte de las prioridades nacionales, destaca la necesidad de contribuir al lograr la seguridad alimentaria, a reducir la pobreza rural e impulsar el bienestar de la población. Pero conservando la riqueza y la diversidad de los recursos naturales.
4. Es necesario también destacar que en el sistema de investigación mexicano se le ha dado poca o ninguna atención a los aspectos de cómo incorporar el costo para la conservación y competencia por el uso de los recursos naturales.

IV. Evaluación de Resultados Existentes

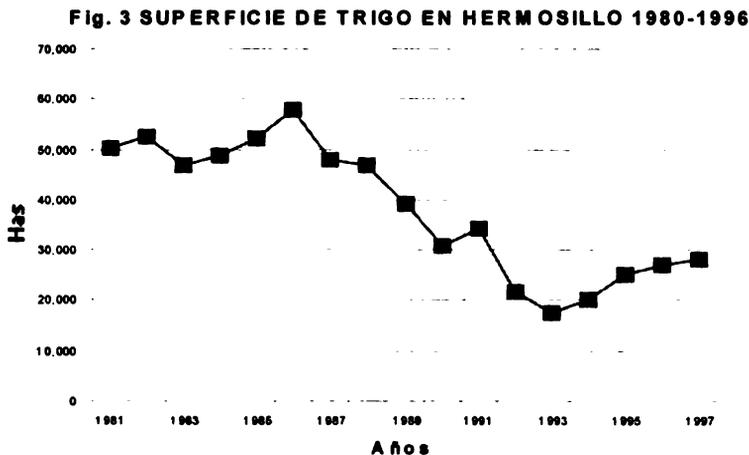
Un aspecto relevante en el proceso de investigación es tomar en cuenta los resultados obtenidos en investigaciones pasadas. Lo anterior significa que es necesario revisar todos los resultados a nivel regional incluyéndolas experiencias tanto

exitosas como no exitosas, lo cual puede ayudar a reducir la probabilidad de error. En esta fase se revisan los resultados en trigo de los aspectos conceptuales sobre desarrollo sostenible.

El producto trigo

Con base a los antecedentes mencionados en este estudio de caso, se planteó la necesidad de seleccionar un producto que haya sido afectado por los cambios estructurales de México y que muestre el impacto del sistema de investigación en México. Bajo este procedimiento se seleccionó el caso del sistema-producto trigo, que incluye las siguientes características: (a) El trigo es uno de los productos más importantes por su contribución co

mo grano básico a la dieta del pueblo mexicano. (b) Ocupa uno de los primeros lugares en superficie de siembra, después de maíz, frijol y sorgo. (c) El sector de productores de trigo representa a uno de los sectores que muestran mayor respuesta a los cambios tecnológicos y por ello es posible ilustrar el impacto de la investigación. (d) Los productores de trigo han mostrado una rápida respuesta a los cambios ocasionados ante la apertura al mercado internacional.



Antes del inicio del TLC, la producción nacional de trigo estaba enfocada en un 80% a trigo harinero y en un 20% a la producción de trigo duro; sin embargo, en tres años de transición estos enfoques se han invertido de tal manera que en 1996 el 65% de la producción nacional se enfocó a trigo duro mientras que sólo un 35% del área fue trigo harinero. Esto se debe a que México no sólo no posee ventajas comparativas en la producción de trigo harinero sino que está cerca de dos grandes productores mundiales de trigo Estados Unidos y Canadá; además

de que son socios comerciales. Sin embargo, México si puede ser competitivo en trigo duro

Ante esta situación, los productores del noroeste aceptaron el reto de competir en el mercado internacional y para ello adoptaron la estrategia de cambiar el trigo harinero por trigo duro, lo que les ha permitido revertir la tendencia a reducir la superficie de siembra de trigo, como se puede apreciar en la Figura 3 (Pingali, 1997; Anaya, 1997; Portillo, 1997; Link, et al, 1996; SAGAR, 1998).

El concepto de desarrollo sostenible

El modelo de sistemas, señalan Brush y Turner (1987), proporciona una visión integral en las complejas relaciones de los elementos del sistema, así como en los cambios tanto temporales como espaciales. Desde esta perspectiva, la investigación agrícola se puede visualizar en tres formas: Primero, como un proceso donde interactúan diferentes factores en una compleja cadena, desde el uso de los recursos naturales para la producción, distribución hasta el consumo. Segundo, como un sistema dinámico de enfoques comparativos que permitan visualizar los complejos cambios que se dan en el sistema en ambas dimensiones en tiempo y en espacio. Tercero, este enfoque nos ayuda a visualizar las variables relevantes del sistema como son patrones de producción y de consumo, entre otras.

Es importante destacar que ante la tendencia hacia la globalización los conceptos de ventajas comparativas se convierten en conceptos fundamentales dentro de este enfoque. Es decir, la identificación de las fortalezas y las debilidades,

las oportunidades y los retos a través de la investigación permitirá y facilitará, tanto a las instituciones que diseñan y aplican programas de transferencia de tecnología y desarrollo agrícola como a los agricultores mismos, la orientación de su producción hacia aquellas áreas que permitan conservar o incrementar la competitividad en el mercado. Por esta razón se debe enfatizar que los patrones de oferta deberán fundamentarse en mayor grado en los patrones de la demanda, tanto en el mercado nacional como internacional. Este es el principio básico que permitirá a la agricultura ser competitiva, aunque por supuesto es necesario ir más allá de la viabilidad meramente económica (Langworthy, 1991).

La nueva concepción de la agricultura está basada en el concepto de desarrollo sostenible. Desarrollo sostenible se refiere a mejorar y mantener el bienestar de la población humana, en particular, y del ecosistema, en general. El concepto de desarrollo sostenible lleva implícita una aparente contradicción. Esto es debido a que



por un lado se plantea la necesidad de mejorar el bienestar de la población y del ecosistema, lo cual implica un cambio; mientras que por otro lado, se plantea la necesidad de conservar o mantener ciertas condiciones del "status quo". En este análisis se adopta el concepto propuesto por Carew-Reid, que incluye dos elementos centrales en un enfoque de desarrollo sostenible.

1. Mejorar el bienestar de la población humana. Bajo este concepto la gente debe ser capaz de identificar el potencial de desarrollo y conducir sus vidas para lograr sus objetivos. Crecimiento económico es parte del desarrollo, pero no puede ser el objetivo por sí mismo, ni tampoco el objetivo final. Algunos elementos que incluye este enfoque de desarrollo son lograr el acceso a los servicios de salud, educación, alimentación y otros estándares de vida; así como libertad y garantía de respeto a los derechos humanos.
2. Conservación de la vitalidad del ecosistema y la biodiversidad. Desarrollo

sostenible deberá proteger la estructura, función y diversidad de los sistemas naturales y de los cuales dependen nuestras especies. Para lograr lo anterior, se requiere tomar en cuenta los siguientes aspectos: (a) Conservación de los sistemas de soporte de la vida; (b) conservación de la diversidad biológica, incluyendo todas las especies de plantas, animales y otros organismos; (c) asegurar que el uso de los recursos renovables sea sostenible; esto implica no explotar los recursos renovables a una tasa mayor de su capacidad de renovación; (d) minimizar la reducción de los recursos naturales no renovables; (e) conservar la capacidad de carga del ecosistema.

Con base en los planteamientos anteriores, entendemos que el desarrollo sostenible será posible únicamente si se logra mejorar en todos los aspectos mencionados o al menos conservar los niveles de algunos y mejorar los aspectos más relevantes. Los cambios y problemas que se han examinado y sus implicaciones, tanto en el contexto nacional como regional, permiten plantear los objetivos a continuación.

V. *Determinación de Objetivos y Selección de Metodología*

El planteamiento de los objetivos es sin duda un aspecto útil como una guía metodológica para especificar el rumbo que se desea buscar en la investigación, así como el alcance del trabajo y la utilidad o aplicación de los resultados esperados. Los objetivos pueden ser planteados específicamente de la siguiente manera:

1. Adecuar y seleccionar una metodología para la evaluación del impacto

ambiental de los proyectos de investigación y de productividad agropecuaria.

2. Elaborar y proponer guías de capacitación y publicación de los resultados derivados del presente caso de estudio.
3. Aportar elementos para la incorporación de los recursos naturales en programas de desarrollo e investigación agrícola.



VI. Metodología

En esta fase se busca definir la metodología que guía la investigación. En este caso la técnica de investigación fue seleccionada con fundamento en los objetivos del proyecto, que busca seleccionar un modelo que permita enfrentar problemas como el valor de uso de los recursos naturales, las prioridades tanto de los sistemas de producción agrícola co

mo de investigación y sobre todo del nuevo enfoque de liberalización de la economía. Otro factor importante es también que el método pueda ser reproducible en otros países latinoamericanos y que los resultados sean de fácil interpretación. A continuación se incluye el método seleccionado.

Matriz de Análisis de Política (MAP)

La MAP es un modelo simple de presupuestos parciales que se convierte en una herramienta analítica para determinar el impacto de las políticas y las tecnologías en la competitividad y en las ganancias a nivel del productor. Por su sencillez y versatilidad, es posible adaptar la MAP a una gran variedad de condiciones. Basado en datos de costos, ingresos y ganancias que se generan en las diferentes etapas de la cadena productiva, se obtienen los niveles de competitividad y sostenibilidad de las tecnologías actuales, y mediante la técnica de simulación de escenarios se pueden obtener los efectos esperados de un cambio tecnológico o de un cambio en los enfoques de política agropecuaria de un país determinado.

El método de la MAP surgió con la idea de realizar análisis económico, en escenarios donde las condiciones del mercado difieren del paradigma de competencia perfecta, es decir, cuando se habla de mercados distorsionados o imperfectos. En estos casos los precios de equilibrio o

de mercado divergen de los precios de eficiencia que prevalecerían si todos los mercados fueran competitivos, y por lo tanto la asignación de los recursos no es la óptima y la producción y utilidad quedan por debajo de sus posibilidades reales. De esta manera la MAP sirve para analizar esas distorsiones del mercado y los efectos de la intervención económica en un sistema de producción de algún producto y también proporciona datos de la competitividad y de las ventajas comparativas del producto estudiado. Entendiendo por competitividad a la utilidad que obtiene el productor individual al realizar una actividad determinada dadas las condiciones actuales de mercado, y por ventaja comparativa se entiende a la capacidad que tiene el producto analizado, de generar ganancias para el país que lo produce si se eliminaran las distorsiones prevalecientes en el mercado.

El siguiente cuadro permite explicar los resultados que se obtienen con la MAP.

Cuadro 1
Estructura de la MAP

	Ingresos	Insumos Comerciales	Factores Internos	Ganancia
Precios Privados	A	B	C	D
Precios Económicos	E	F	G	H
Precios Ecológicos	I	J	K	L
Divergencias	M	N	O	P

De este cuadro se pueden destacar cuatro hileras que se refieren a los siguientes aspectos:

Precios privados. Se refieren a los precios de productos y de insumos que operan internamente en un país o en una región. En este nivel, B+C representan los costos de producción, que al restarlos A se obtiene D, es decir, las ganancias privadas, que se obtiene aplicando la siguiente fórmula: $D=A-(B+C)$.

Precios económicos. Es un concepto similar al de precios privados, sin embargo, estos precios se fundamentan en el mercado internacional; es decir, son los precios privados eliminando las distorsiones de mercado que afectan estos precios. Este nivel de análisis proporciona la ganancia económica, que se obtiene aplicando la siguiente fórmula: $H=E-(F+G)$.

Precios ecológicos. Los precios ecológicos toman en cuenta la futura escasez

de los insumos comerciales, de los factores internos o de los productos.

En caso que la producción agrícola explore recursos naturales de una forma que no es sostenible, o que necesita recursos que tienen un precio alternativo mayor en otro uso (por ejemplo, agua de riego versus agua de consumo humano), los precios al agricultor no son adecuados para evaluar la ganancia "ecológica" o "social" de la producción. La ganancia ecológica se obtiene a través de la fórmula: $L=I-(J+K)$.

Divergencias. La cuarta y última hilera se refiere a las diferencias que se obtienen entre el análisis a precios privados y a precios económicos y ecológicos, es decir, esta hilera proporciona información sobre las distorsiones que puedan existir debido a aranceles, subsidios o imperfecciones de mercado y debido a la existencia de precios que no han sido corregidos por la escasez de los recursos naturales.

Pasos para construir una MAP

1. Debe elaborarse un cuadro del presupuesto del sistema producto que se este estudiando y de cada tecnología empleada, dicho cuadro debe contener: a) los coeficientes técnicos, es decir, las cantidades de insumos empleados y productos generados en ca-

da etapa del proceso productivo; b) los precios privados y económicos, de cada insumo y producto y c) los presupuestos privados (coeficientes técnicos por precios privados) y económicos (coeficientes técnicos por precios de eficiencia), que proporcio-

nan datos de los costos totales, los ingresos totales y las ganancias privadas y económicas de cada sistema producto y tecnología respectivamente.

2. Es necesario desagregar los insumos y clasificarlos en: a) *Insumos Comerciables*. Son insumos que se comercializan en el mercado internacional, por ejemplo, fertilizantes, semillas, etc., por lo tanto, tienen un precio internacional y b) *Factores Internos o primarios de producción*, como la tierra, mano de obra, agua, etc., para los que no existen precios internacionales.

Aspectos metodológicos. Antes de ver la interpretación de los resultados de la MAP, es necesario señalar los aspectos metodológicos a considerar en la elaboración de la matriz (FAO, 1995).

- *Presupuestos representativos.* En primer lugar hay que asegurar que los resultados derivados de la MAP sean aplicados a un sistema-producto y a una tecnología representativa de una región, en la cual participan productores que utilizan diferentes cantida-

des de insumos y probablemente obtengan diferentes rendimientos o gran variación en las condiciones económicas de un año a otro. Por esta razón, es importante elaborar presupuestos que sean representativos de cada sistema, es decir, que se basen en los usos del agricultor promedio, y tratar de que los datos obtenidos sean de un promedio de años (mínimo 5 años), con el fin de contrarrestar esas variaciones económicas.

- *Precios económicos de los productos comerciables.* Para conocer estos precios, se requiere calcular los Precios de Paridad de las Importaciones y de las Exportaciones a Nivel de Finca o Zona de Producción, los cuales son los precios máximos que un importador o exportador estaría dispuesto a pagar o recibir en esa zona de producción, su cálculo consiste en hacer equivalente el precio internacional en la zona de producción, ajustado por transporte y demás costos de comercialización. El resultado obtenido permite hacer comparaciones entre precios internos y precios internacionales en un mismo lugar, la finca.

Pasos para el cálculo del precio económico de paridad de las importaciones:

Precio CIF (costo, seguro y transporte) en el punto de exportación
+ Flete en el punto de importación
+ Descarga en el punto de importación
+ Seguro
= Precio CIF en el punto de importación
(convertir divisa en moneda local al tipo de cambio de equilibrio)
+ Costo financiero internacional
+ Cargos del puerto local (desembarque y cargos portuarios)
= Precio interno en puerto o frontera
+ Almacenamiento, seguro y mermas en el puerto de arribo



- + Costo financiero nacional
- + Costos locales de transporte y comercialización al mercado de consumo
- = Precio al mayoreo en centro de consumo
- + Costos de transporte y comercialización de la zona de comercialización
- = Precios de paridad de las importaciones al nivel de finca

Pasos para el cálculo del precio privado de paridad de las exportaciones:

- Precio CIF (costo, seguro y transporte) en el punto de entrada
- + Flete en el punto de importación
- + Descarga en el punto de importación
- + Seguro
- = Precio FOB (libre a bordo) en el punto de exportación
(convertir divisa en moneda local al tipo de cambio de mercado)
- + Tarifas
- + Subsidios
- + Cargos del puerto local (desembarque y cargos portuarios)
- + Costos locales de transporte y comercialización al mercado pertinente
- = Valor de Mercado
- + Costos de transporte y comercialización al mercado pertinente
- + Costos de locales de almacenamiento, transporte y comercialización
- = Valor de paridad de las exportaciones al nivel de finca (financiero)

- *Precios económicos de los factores internos.* Contrario a lo que pasa con los bienes comerciables, donde las divergencias en precios son causadas por restricciones comerciales (impuestos y subsidios) establecidas por el gobierno (FAO, 1996), las diferencias entre los precios de mercado y los precios económicos de los factores internos en los países en desarrollo se deben principalmente a las imperfecciones en los mercados de factores. Por esta razón, el cálculo de estos precios económicos se basa en el principio de los precios sombra, de uso frecuente en el análisis de la relación beneficio-costos, que se utiliza en la evaluación de proyectos (por ejemplo, la Previsión Trimestral de Precios de los Productos del Banco Mundial, ofrece información útil para

este propósito). Los precios sombra de los factores internos, pudieran ser estimados mediante métodos económicos que calculan el producto físico marginal de cada factor a través de una función de producción o de productividad (Monke y Pearson, 1989); o mediante métodos de programación lineal, cuya salida dual también proporciona el valor del precio sombra de dichos factores. Sin embargo, ambos métodos son complicados y requieren del manejo de conceptos económicos y de gran cantidad de información, por esta razón aquí se sugiere recurrir a estimaciones de precios sombra y tipos de cambio de cuenta, utilizados en las estimaciones de la relación beneficio-costos de los proyectos de desarrollo, en los organismos y ministerios en-

cargados de la planificación o en las instituciones de crédito más importantes.

- *Precios considerando el impacto ambiental.* La interpretación de estos precios difieren de los dos anteriores, debido a que en los dos casos anteriores los precios son estimados tomando como base el mercado. Sin embargo, en este caso es necesario internalizar los costos que se requieren para conservar los recursos naturales. Lo anterior se logra al estimar los costos mediante alguno de los méto-

dos disponibles como la estimación del valor de contingencia descrito por Zerbe y Dively (1994). Este método consiste en realizar encuestas preguntando a usuarios del recurso cuánto estarían dispuestos a pagar o cuánto estarían dispuestos a aceptar para evitar la degradación o para conservar la calidad del recurso evaluado. De acuerdo con el valor encontrado se incorpora a la MAP y de esta manera se simula un escenario ecológico.

Interpretación de los Indicadores de la MAP

Competitividad

Se refiere a la ganancia privada (ingresos-costos, a precios privados) que obtienen los productores. La competitividad se cuantifica a través del indicador conocido como Relación de Costo Privado (RCP), que es el cociente de dividir el costo de los factores internos de la producción entre la diferencia del ingreso total, menos el costo de los insumos comerciables, valorados a precios privados.

Esta relación se expresa en la siguiente fórmula considerando los conceptos incluidos en el Cuadro 1:

$$RCP = C / (A - B) \quad (1)$$

Si la RCP es mayor que la unidad, implica que:

- La ganancia privada resulta negativa.
- El cultivo no es redituable para el agricultor, en función de los precios pagados y recibidos, por lo tanto no es competitivo.

- Producir el cultivo genera que el sistema de producción no pague el valor de mercado de los factores internos.

Si la RCP es menor que la unidad, implica que:

- La ganancia privada resulta positiva.
- El cultivo es redituable para el agricultor, en función de los precios pagados y recibidos, por lo tanto es competitivo.
- Producir el cultivo genera que el sistema de producción si permita pagar el valor de mercado de los factores internos.

Ventajas Comparativas

El análisis empírico de las ventajas comparativas requiere eliminar los efectos de política y calcular la rentabilidad que para el país significa una actividad productiva. En esencia, la finalidad del análisis de las ventajas comparativas es dar respuesta a la interrogante: qué resulta más económico para el país, importar un bien

o producirlo internamente? Si importarlo resulta más caro, el país tiene ventaja comparativa en la producción de ese bien y deberá producirlo internamente para ahorrar divisas.

La ventaja comparativa depende de tres factores (Morris, 1990):

- la tecnología,
- la disponibilidad de los recursos internos y
- los precios internacionales.

También el análisis empírico de la ventaja comparativa determina si competirán o no ciertas actividades productivas en diferentes regiones de un país, en el mediano plazo, con los productos equivalentes comercializados en los mercados internacionales, bajo el supuesto de eliminación de apoyos gubernamentales y distorsiones del tipo de cambio.

Las ventajas comparativas se cuantifican a través del indicador conocido como Costo de los Recursos Internos (RCR), que es el cociente de dividir el costo de los factores internos de la producción, entre la diferencia del ingreso total menos el costo de los insumos comerciales, valorados a precios económicos. Esta relación se expresa en la siguiente fórmula considerando los conceptos incluidos en el Cuadro 1:

$$RCE = G / (E - F) \quad (2)$$

La interpretación que se le da al valor de este indicador es la siguiente:

- Un RCE mayor que la unidad implica que:
 - No es redituable para el país producir el cultivo.

-Se da un uso ineficiente a los recursos internos.

-El país no tiene ventaja comparativa en la producción del cultivo.

- Un RCE menor que la unidad implica que:

-Si es redituable para el país producir el cultivo.

-Se da un uso eficiente a los recursos internos.

-El país tiene ventaja comparativa en la producción del cultivo.

Sostenibilidad

De manera similar a la cuantificación de las ventajas comparativas, se puede estimar la capacidad competitiva de las tecnologías cuando se incorpora el costo por el uso de los recursos naturales. Esta estimación se puede realizar utilizando el indicador que podemos llamar Costo de los Recursos Naturales (CRN), que es el cociente de dividir el costo de los factores internos (incluyendo el costo del manejo sostenible del recurso) de la producción, entre la diferencia del ingreso total, menos el costo de los insumos comerciales, valorados a precios económicos. Esta relación se expresa en la siguiente fórmula, considerando los conceptos incluidos en el Cuadro 1:

$$RCN = K / (I - J) \quad (3)$$

Para este caso la interpretación que se le da al valor de este indicador es la siguiente:

- Un RCN mayor que la unidad implica que:
 - No es redituable para la sociedad producir el cultivo.

- Se da un uso ineficiente e insostenible de los recursos naturales.
- La sociedad pierde debido a la degradación del recurso.
- Un RCN menor que la unidad implica que:
 - Si es redituable para la sociedad producir el cultivo.
 - Se da un uso eficiente y sostenible de los recursos naturales.
 - Tanto el productor como la sociedad ganan al lograrse un manejo de conservación del recurso natural.

Análisis de Sensibilidad

Debido a que la MAP es un método que se basa en el análisis de equilibrio par-

cial, sus resultados son aplicables a un año, ésta limita la perspectiva de largo plazo. Para resolver esta limitante se recomienda realizar análisis de sensibilidad, cambiando valores a las variables más importantes, previendo que dichos valores van a cambiar en el tiempo. Por ejemplo, si se espera que las condiciones climáticas van a cambiar en los próximos años, lo cual afectaría el rendimiento del cultivo estudiado, se pueden predecir los nuevos rendimientos e incorporar los nuevos valores a la MAP y observar como afecta a los resultados. Otro ejemplo sería los cambios en las variables económicas (precios de mercado, tasas de interés real, tasas de cambio) y sus efectos en los resultados.

VII. Selección y Descripción de la Tecnología

La aplicación empírica de la metodología propuesta se llevó a cabo en dos regiones del estado de Sonora, México: la Costa de Hermosillo y el Valle del Yaqui. En la primera región se evalúan dos tecnologías de producción de trigo, la de bombeo tradicional (B-TRAD) y la de bombeo de bajo costo uno (B-BC1). En el Valle del Yaqui se evalúan tres tecnolo-

gías, la de gravedad tradicional (G-TRAD), la de gravedad de bajo costo uno (G-BC1) y la de gravedad de bajo costo dos (G-BC2). Estas cinco tecnologías se evalúan mediante la estimación de la competitividad y la ventaja comparativa y sostenibilidad. Las características principales de estas tecnologías se presentan en el siguiente cuadro:



Cuadro 2
Características de las tecnologías evaluadas

Clave	Nombre	Características
B-TRAD	Bombeo tradicional	Labranza convencional, uso de 100 kg. de semilla, 246 Kg de nitrógeno, 7 millares de m ³ de agua de pozo profundo, aplicada en 5 riegos y con uso de herbicidas.
B-BC1	Bombeo, bajo costo uno	Mínima labranza, siembra en surcos, uso de 30 Kg de semilla, 296 Kg de fertilizante, 5.75 millares de m ³ de agua de pozo profundo, aplicada en 4 riegos, deshierbe manual.
G-TRAD	Gravedad tradicional	Labranza convencional, uso de 100 Kg de semilla, 246 Kg de fertilizante, 7 millares de m ³ de agua de agua de presa, en 5 riegos y uso de herbicidas.
G-BC1	Gravedad, bajo costo uno	Mínima labranza, siembra en surcos, uso de 30 Kg de semilla, 296 Kg de fertilizante, 5.75 millares de m ³ de agua de presa, en 4 riegos y deshierbe manual.
GBC2	Gravedad, bajo costo dos	Mínima labranza, siembra en surcos, uso de 30 Kg de semilla, 200 Kg. De fertilizante, 4.5 millares de m ³ de agua de presa aplicada en 3 riegos y deshierbe manual.

Fuente: Moreno, 1997.

VIII. Datos y sus Fuentes de Información

La adquisición de datos necesarios para la construcción de la MAP se da a través de:

- **Identificación y captura de los coeficientes técnicos por año y tipo de tecnología.** Esta actividad se llevó a cabo en la región de estudio, visitando las oficinas gubernamentales y de asociaciones de productores, como los distritos de desarrollo rural del Valle del Yaqui y de la Costa de Hermosillo de la Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). Se integró información de cantidades utilizadas por ha y por tecnología de fertilizante, herbicidas, semilla, mano de obra, cantidad de agua, labores mecanizadas, rendimientos y otros insumos utilizados. Los datos capturados incluyen un período de cinco años y comprende los

ciclos productivos de otoño-invierno de 1993-1994 al de otoño-invierno de 1997-1998.

- **Captura de precios de mercado de los insumos utilizados y del producto generado.** Esta información también se capturó en la región de estudio, mediante entrevistas a propietarios de centros distribuidores de insumos y a los representantes de las organizaciones de productores.
- **Acopio de información de precios económicos de insumos.** Se capturó información de precios de referencia de insumos y producto, con el fin de utilizarlos como precios económicos. Sin embargo, no se encontró diferencia con los precios económicos debido a que en México, a partir de la firma del Tratado de Libre Comercio se dio un proceso de apertura comercial, de tal manera que una gran parte

de los precios que se pagan por los insumos utilizados y por el producto generado, son muy similares a los precios internacionales.

- **Precios económicos de los recursos internos**, se identificaron tres distorsiones: en el precio de la tierra, en el costo de intereses y en el costo del agua. Con el fin de asignarle un valor real a la renta de la tierra, se acopió información sobre la tasa de rentabilidad de las demás actividades agrícolas que se llevan a cabo en la región. A través de esta información, se identificó que la renta que se asigna al cultivo del trigo está subvaluada en un 100%. La tasa de interés que se les cobra a los productores de trigo está subsidiada, por lo tanto, la tasa que se aplicó al cálculo de presupuesto económico es 5 puntos porcentuales superior a la tasa de mercado. Finalmente, el costo del agua que pagan los productores es más bajo que su costo real.
- **Precio ecológico del recurso agua**. Para la estimación de este recurso se tomaron en cuenta tres aspectos. Primero, considerar las condiciones de fuerte presión por el uso del recurso escaso que es agua y que actualmente está sujeto a una fuerte competencia entre los sectores agrícola y urbano y que fue estimado a través de entrevistas y que proporciona una

aproximación al valor de contingencia. Segundo, se requiere incorporar los costos de los programas de rehabilitación del distrito de riego que incluye dos aspectos fundamentales: Costos del programa de relocalización del 30% de los pozos hacia una zona alejada del mar para reducir los problemas de intrusión salina y costos de la apertura de nuevas tierras e infraestructura para operar en la nueva zona agrícola. Tercero, incluir los costos de operación del distrito de riego que administra y supervisa las medidas tendientes a controlar el volumen de agua para evitar que la extracción supere a la recarga de los acuíferos y asegurar la explotación sostenible del acuífero. Bajo este escenario se incorpora un valor estimado que consiste en incrementar el valor de \$28 dls el millar de m³ a \$56 dls por millar.

- **Precio económico de trigo**. Actualmente el precio del trigo presenta dos distorsiones: El subsidio que reciben los productores a través de PROCAMPO y un arancel del 9% a las importaciones de trigo, por lo tanto, el precio económico se establece restándole el ingreso que reciben los productores vía PROCAMPO, que es de 58 dólares por ha, y el arancel del 9% sobre el precio de mercado.

IX. Implementación de la Metodología

Construcción de la MAP. La MAP, se construyó mediante tres grupos, integrando cada grupo por tres matrices: de coeficientes técnicos, de precios y de presupuestos, el primer grupo corresponde a los precios privados el segundo gru-

po corresponde a los precios económicos y el tercero se refiere a precios ecológicos. Estas matrices se construyeron en una hoja de cálculo, clasificando los insumos en comerciables y en factores internos.

La técnica de simulación de escenarios. Uno de los grandes retos en la toma de decisiones es conocer con anticipación los resultados esperados de una nueva tecnología. Con el propósito de utilizar la MAP para realizar una evaluación e incorporar el costo del impacto

ambiental, se utilizó la técnica de simulación de escenarios. Mediante esta metodología se puede observar los efectos esperados en un cambio de tecnologías o en un cambio en el contexto económico, como se ilustra en los resultados presentados.

X. Resultados y Conclusiones

Situación actual. El Cuadro 3 incluye los resultados del cálculo de la matriz de presupuesto privado, que constituye el indicador más importante para el productor dadas las condiciones actuales de producción, estos precios privados constituyen, además, el escenario base del cual se proyectan los escenarios de eficiencia económica y de impacto ambiental.

Como se puede apreciar en el Cuadro 3, todas las tecnologías presentan ganancias positivas. Sin embargo, las tecnologías tradicionales presentan menor rentabilidad, a pesar de ser las tecnologías que han sido utilizadas por los productores, estos datos confirman los resultados encontrados por Puente (1995). Por el contrario, claramente se observa que las tecnologías de bajo costo tienen ganancias mayores y, además, permiten hacer un uso eficiente del recurso agua. Las tecnologías de bajo costo son las alternativas tecnológicas que el INIFAP ha generado y que ha puesto a disposición de los

productores. Específicamente la tecnología de bajo costo uno inició un proceso de transferencia desde hace aproximadamente 15 años y se ha adoptado en cerca del 50% de la superficie de siembra (50,000 ha) en la región del Valle del Yaqui, Sonora. En el caso de la tecnología de bajo costo dos se ha iniciado un proceso de validación en terrenos de productores, pero aún no se está utilizando comercialmente.

El cuadro 3 ilustra la rentabilidad de las cinco diferentes tecnologías, pero a precios privados. También, a través de la MAP, se obtienen resultados que permiten evaluar el comportamiento de tecnologías, en cuanto a competitividad y los beneficios para el país, y las divergencias que existen del análisis de la situación actual y de lo que pasaría si se eliminaran las distorsiones de mercado que prevalecen actualmente. Los resultados de la MAP aplicados a las cinco tecnologías se presentan en los Cuadros 5, 6, 7, 8 y 9.

Cuadro 3

Costos, ingresos y ganancias, valorados a precios de mercado por tecnología estudiada - promedios de cinco años, en dólares por Ha

Concepto	B-TRAD	B-BC1	G-TRAD	G-BC1	G-BC2
Insumos Comerciables	327	197	301	181	140
Fertilizantes	90	95	90	95	65
Herbicidas	41	0	41	0	0
Insecticidas	11	0	11	0	0
Semilla o planta	66	13	66	13	4
Servicios contratados	68	47	68	47	46
Equipo de bombeo	50	41	25	25	25
Factores Internos	583	464	478	353	312
Labores manuales	46	68	46	68	57
Labores mecanizadas	120	49	151	49	45
Crédito de avió (interés)	111	73	90	56	42
Seguro agrícola	28	18	23	14	12
Uso de agua	66	54	66	54	42
Electricidad	105	87	0	0	0
Tierra	63	63	63	63	63
Administración y servicios	44	53	39	49	45
Ingreso Total	920	886	920	886	886
Costo Total	910	661	779	534	452
Ganancia Neta	10	255	141	352	434

Fuente: Cálculos realizados al multiplicar los coeficientes técnicos por los precios privados de cada tecnología.

Para ilustrar el escenario económico en el Cuadro 4, se elimina los factores más importantes en las distorsiones de los precios privados para los factores internos y en el precio del producto dados por el mercado internacional y de esta manera se crea el escenario a precios económicos. En forma específica, estos cambios en los precios incluye el cambio en el interés al capital y la renta de la tierra, que son dos factores que aún presentan

distorsiones. El otro renglón que presenta distorsiones son los precios del producto que sufre alteraciones debido a un arancel a la importación de trigo del 9% y el apoyo directo que otorga el gobierno federal a través del programa conocido como PROCAMPO, donde el gobierno otorga el apoyo de casi 58 dólares por hectárea de trigo sembrada. En el Cuadro 4 se ilustran estos cálculos.



Cuadro 4

Costos, ingresos y ganancias, valorados a precios económicos por tecnología estudiada - promedios de cinco años, en dólares por Ha

Concepto	B-TRAD	B-BC1	G-TRAD	G-BC1	G-BC2
Insumos Comerciables	327	197	301	181	140
Fertilizantes	90	95	90	95	65
Herbicidas	41	0	41	0	0
Insecticidas	11	0	11	0	0
Semilla o planta	66	13	66	14	4
Servicios contratados	68	47	68	47	46
Equipo de bombeo	51	42	25	25	25
Factores Internos	677	547	565	431	388
Labores manuales	46	68	46	68	56
Labores mecanizadas	127	49	151	49	49
Crédito de avió (interés)	130	88	109	68	56
Seguro agrícola	34	23	28	18	14
Uso de agua	66	54	66	54	42
Electricidad	105	87	0	0	0
Tierra	125	125	125	125	125
Administración y servicios	44	53	40	49	46
Ingreso Total	710	681	710	681	681
Costo Total (incluyendo tierra)	1004	744	866	612	528
Ganancia Neta (incluyendo tierra)	(294)	(63)	(156)	69	153

Fuente: Cálculos realizados al multiplicar los coeficientes técnicos por los precios económicos de cada tecnología

Como se puede apreciar, las actuales tecnologías tradicionales dejan de ser rentables si se elimina las actuales distorsiones. Para estimar en forma específica las distorsiones a través de la MAP, se con

trasta los resultados obtenidos en ambos escenarios privado y económico. Los resultados para las cinco tecnologías son presentados en los Cuadros 5, 6, 7, 8 y 9.

Cuadro 5

Resultados de la MAP para la producción de trigo en la Costa de Hermosillo - caso de la tecnología tradicional

Concepto	Ingresos	Insumos Comerciales	Factores Internos	Ganancia
Precios privados	920	327	583	10
Precios económicos	710	327	707	(324)
Divergencias	210	0	(124)	(334)

Fuente: Resultados de la MAP, considerando, eliminación de apoyos directos al productor, de aranceles e incrementando las tasas de interés y renta de la tierra.



Cuadro 6

Resultados de la MAP para la producción de trigo en la Costa de Hermosillo - caso de la tecnología de bajo costo uno

Concepto	Ingresos	Insumos Comerciales	Factores Internos	Ganancia
Precios privados	886	197	464	225
Precios económicos	681	197	547	(62)
Divergencias	205	0	(83)	287

Fuente: Resultados de la MAP, considerando, eliminación de apoyos directos al productor, de aranceles e incrementando las tasas de interés y renta de la tierra.

Los datos de los Cuadros 5 y 6 se refieren a la producción de trigo bajo riego de bombeo en la región de Hermosillo. En el Cuadro 5 se puede apreciar que aunque la tecnología tradicional es rentable a nivel privado, si se eliminan las distor

siones deja de ser rentable. En el Cuadro 6 se aprecia que si se dan los cambios a las tecnologías de bajo costo será posible incrementar la rentabilidad privada, pero no se logra la rentabilidad a precios económicos.

Cuadro 7

Resultados de la MAP para la producción de trigo en el Valle del Yaqui - caso de la tecnología tradicional

Concepto	Ingresos	Insumos Comerciales	Factores Internos	Ganancia
Precios privados	920	301	478	141
Precios económicos	710	301	565	(157)
Divergencias	210	0	(87)	298

Fuente: Resultados de la MAP, considerando, eliminación de apoyos directos al productor, de aranceles e incrementando las tasas de interés y renta de la tierra

Cuadro 8

Resultados de la MAP para la producción de trigo en el Valle del Yaqui - caso de la tecnología de bajo costo uno

Concepto	Ingresos	Insumos Comerciales	Factores Internos	Ganancia
Precios privados	886	181	353	352
Precios económicos	681	181	431	69
Divergencias	205	0	(78)	283

Fuente: Resultados de la MAP, considerando, eliminación de apoyos directos al productor, de aranceles e incrementando las tasas de interés y renta de la tierra.



Cuadro 9

Resultados de la MAP para la producción de trigo en el Valle del Yaqui - caso de la tecnología de bajo costo dos

Concepto	Ingresos	Insumos Comerciales	Factores Internos	Ganancia
Precios privados	886	140	312	434
Precios económicos	681	140	388	154
Divergencias	205	0	(76)	280

Fuente: Resultados de la MAP, considerando, eliminación de apoyos directos al productor, de aranceles e incrementando las tasas de interés y renta de la tierra.

Los Cuadros 7, 8 y 9, se refieren a la producción de trigo bajo riego por Yaqui. En dichos cuadros se aprecia que las tres tecnologías evaluadas son rentables para el productor a precios privados, dadas las condiciones actuales en el mercado nacional, donde aún persisten algunas barreras comerciales que permiten que el productor pueda practicar una agricultura rentable. También se observa que la tecnología tradicional deja de ser rentable si se eliminan las distorsiones y que esta situación cambia cuando se aplica la tecnología de bajo costo uno y dos. Es decir, que las nuevas tecnologías propuestas por el INIFAP constituyen una alternativa para asegurar la rentabilidad privada de la producción de trigo en el Nor-

oeste de México y para mantener la ventaja comparativa en este sistema de producción.

La interpretación de los resultados de la MAP en relación a competitividad y ventaja comparativa se facilitan al utilizar los índices descritos en la primera sección. Los resultados obtenidos de los índices mencionados y las tecnologías evaluadas se presentan en el Cuadro 10. Se aprecia que la tecnología tradicional, tanto para la Costa de Hermosillo como para el Valle del Yaqui, presenta un valor mayor que uno, lo que significa que deja de ser competitivo bajo este nuevo escenario; mientras que las tecnologías de bajo costo conservan su competitividad.

Cuadro 10

Competitividad y ventaja comparativa de las tecnologías en trigo en el Noroeste de México

	Ventaja Comparativa (RCE)	Competitividad (RCP)
B-TRAD	1.42	0.86
B-BC1	0.93	0.60
G-TRAD	1.23	0.71
G-BC1	0.78	0.47
G-BC2	0.66	0.39

Cálculos realizados aplicando las fórmulas 1 y 2



Los datos analizados anteriormente permiten evaluar la competitividad y las ventajas comparativas. Sin embargo, como se examinó anteriormente en el concepto de desarrollo sostenible, se señala que además del componente económico es necesario incorporar el concepto

de un manejo de permita conservar la calidad de los recursos naturales. De tal manera que para evaluar la sostenibilidad se requiere incorporar el costo por el uso del recurso, para lo cual se diseña el escenario con el impacto ambiental.

Escenario con Impacto Ambiental

Los escenarios privado y económico son indicadores parciales de la sostenibilidad de las tecnologías evaluadas. Sin embargo, ésta no es una condición suficiente, ya que se requiere evaluar las tecnologías incorporándoles el costo del uso del recurso, es decir incorporar el impacto ambiental para que pueda ser sostenible a través del tiempo.

La MAP puede ser utilizada también para la evaluación de las tecnologías bajo un manejo sostenible de los recursos naturales. Este es un aspecto de gran relevancia que contribuye a la evaluación de la sostenibilidad. El procedimiento consiste en incorporar el costo del uso del recurso natural para saber si la tecnolo

gía es realmente rentable bajo estas condiciones. Para ilustrar el escenario que contempla costos ecológicos, se estimó el costo del agua para este estudio de caso, lo que consiste en la incorporación de tres aspectos relevantes mencionados anteriormente. Es decir, considerar las condiciones de fuerte presión por el uso del recurso escaso que es agua; incorporar los costos de los programas de rehabilitación del distrito de riego; e incluir los costos de operación del distrito de riego. En el Cuadro 11 se presenta los cálculos de las tecnologías que se evaluaron en los Cuadros 4 y 5, pero en este caso se incluyen los costos de agua mencionados anteriormente.

Cuadro 11

Costos, ingresos y ganancias, valorados a precios ecológicos por tecnología estudiada - promedios de cinco años, en dólares por ha

CONCEPTO	B-TRAD	B-BC1	G-TRAD	G-BC1	G-BC2
Insumos Comerciables	327	197	301	181	140
Fertilizantes	90	95	90	95	65
Herbicidas	41	0	41	0	0
Insecticidas	11	0	11	0	0
Semilla o planta	66	13	66	14	4
Servicios contratados	68	47	68	47	46
Equipo de bombeo	51	42	25	25	25
Factores Internos	789	639	677	523	460
Labores manuales	46	68	46	68	56
Labores mecanizadas	127	49	151	49	49
Crédito de avió (interés)	147	102	126	82	67
Seguro agrícola	38	26	33	21	17
Uso de agua	153	126	153	126	99
Electricidad	105	87	0	0	0
Tierra	125	125	125	125	125
Administración y servicios	48	56	43	52	47
Ingreso Total	710	681	710	681	681
Costo Total (incluyendo tierra)	1116	836	978	704	600
Ganancia Neta (incluyendo tierra)	(406)	(155)	(268)	(23)	81

Fuente: Cálculos realizados al multiplicar los coeficientes técnicos por los precios ecológicos de cada tecnología.

Al incorporar los valores obtenidos en el Cuadro 11 y contrastarlos con los valores obtenidos en el escenario privado, de manera similar que como se realizó en el

escenario económico, se obtienen la competitividad y la sostenibilidad (Cuadro 12).

Cuadro 12

Competitividad y sostenibilidad de las tecnologías en trigo en el Noroeste de México

	Sostenibilidad (RCN)	Competitividad (RCP)
B-TRAD	1.69	0.88
B-BC1	1.13	0.60
G-TRAD	1.48	0.71
G-BC1	0.95	0.47
G-BC2	0.78	0.39

Cálculos realizados aplicando las fórmulas 1 y 3.



En el Cuadro 12, se aprecia que en las dos tecnologías de riego por bombeo de la Costa de Hermosillo, el indicador de ventaja comparativa presenta valores superiores a la unidad, lo cual indica que estas tecnologías no cuentan con ventajas comparativas y, por lo tanto, no son atractivas para la región ni para el país. Es decir, si se le diera un valor real al recurso agua (incluyendo el costo ecológico) la producción de trigo en la Costa de Hermosillo dejaría de ser rentable.

En cuanto a la producción de trigo bajo riego por gravedad en el Valle del Yaqui, sólo la tecnología tradicional presenta valores mayores que la unidad para el indicador de ventaja comparativa, lo cual indica que esta tecnología tampoco es atractiva para el país. En cambio las tecnologías de bajo costo presentan indicadores de ventaja comparativa menores que la unidad, por lo tanto, producir trigo con estas tecnologías genera ganancias para el país.

Criterios de decisión e interpretación de los resultados

En general, mediante el uso de la MAP se pueden comparar las diferentes alternativas tecnológicas para seleccionar las que presentan mayor potencial económica y ecológica, bajo la condición de que ya son competitivos ($RCP < 1$, el caso de todas las tecnologías estudiadas aquí). Las tecnologías pueden ser clasificadas en una matriz que incluya los dos criterios mencionados de la siguiente manera:

Cuadro 13

Criterios de decisión en base a ventajas comparativas y sostenibilidad

Criterios	Manejo ecológico (RCN < 1)	Manejo no ecológico (RCN > 1)
Manejo Competitivo (RCE < 1)	Gana la economía Gana la sociedad <i>Situación deseable</i>	Gana la economía Pierde la sociedad <i>En casos estratégicos un impuesto sobre el uso de los recursos naturales ayudaría</i>
Manejo no Competitivo (RCE > 1)	Gana la sociedad Pierde la economía <i>En casos estratégicos un incentivo sobre el uso de los recursos naturales ayudaría</i>	Pierde la sociedad Pierde la economía <i>Situación no deseable la tecnología no pasa</i>

Al incorporar la información obtenida en el presente caso de estudio se pueden observar los siguientes resultados.



Cuadro 14

Criterios de decisión en base a los resultados de la MAP escenarios económico y ecológico

Criterios	Manejo ecológico (RCN < 1)	Manejo no ecológico (RCN > 1)
Manejo Económico (RCE < 1)	<ul style="list-style-type: none"> • BC1 Valle del Yaqui • BC2 Valle del Yaqui 	<ul style="list-style-type: none"> • BC1 Costa de Hermosillo
Manejo no Económico (RCE > 1)		<ul style="list-style-type: none"> • Tradicional Costa de Hermosillo • Tradicional Valle del Yaqui

Como se puede observar en el cuadro se tienen dos tecnologías que presentan características de competitividad y sostenibilidad a través del tiempo. La situación contrastante es el caso de la tecnología Tradicional de la Costa de Hermosillo donde a nivel económico ni proyectándose hacia el futuro no es una tecnología rentable ni sostenible.

En este cuadro se puede observar que sólo en el Valle del Yaqui se obtienen dos tecnologías que presentan características de competitividad y sostenibilidad al aplicar el criterio de costo ambiental.

La situación contrastante de nuevo lo constituye el caso de la tecnología Tradicional de la Costa de Hermosillo, donde a nivel económico y en un escenario donde se incluye el costo ambiental se observa que no es una tecnología rentable ni sostenible.

Por supuesto, quienes toman las decisiones podrán modificar los criterios de decisión, de acuerdo a las circunstancias económicas, ecológicas y sociales del entorno bajo las cuales se realiza el estudio.

Conclusiones

Se puede concluir que, en lo que se refiere a la MAP, no obstante ser un método laborioso, su aplicación e interpretación es relativamente sencilla y no requiere de conocimientos sofisticados de análisis económico o de matemáticas avanzadas. Al usar los valores del mercado es posible determinar la competitividad privada económica, lo cual permite conocer las ventajas comparativas de un país para producir un producto. Mediante la determinación del costo ecológico, a través de alguno de los métodos existentes co-

mo el valor de contingencia, es posible combinar la MAP con la técnica de simulación de escenarios para evaluar la sostenibilidad de las tecnologías, al incluir el costo del impacto ambiental en el uso de los recursos naturales. Al construir la matriz de decisiones, mediante los indicadores estimados con la MAP, es posible ilustrar de una manera simplificada la competitividad y sostenibilidad de las tecnologías para la toma de decisiones en investigación y programas de desarrollo.



Referencias

- Anaya, J.C. 1997. Perspectivas del trigo y maíz en el mercado nacional e internacional. SAGAR-Gobierno del Estado de Sonora, Fundación Produce Sonora A.C.
- Bourlaug, N. E. (Premio Nobel). 1970. The green revolution: peace and humanity.
- Brush, S. y B. L. Turner II. 1987. The nature of farming systems and views of their change. *In* B. L. Turner and S. B. Brush, eds., Comparative farming systems. The Guilford Press.
- Calva, J. L. 1993. Alternativas para el campo mexicano. Distribuciones Fontamara. México. 1993. La Disputa por La Tierra: La Reforma del Artículo 27 y la Nueva Ley Carew-Reid, J., Prescott-Allen, S.B. y Dalal-Clayton, B.
- Carew-Reid, J., S. B. Prescott-Allen y B. Dalal-Clayton. 1994. Strategies for national sustainable development: a handbook for their planning and their implementation. Earthscan Publication Ltd, Londres.
- COAPAES (Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora). 1997. Documento no publicado.
- Collion, M. H. y A. Kissi. 1994. Guide d'élaboration de programmes et d'établissement de priorités. Guía para la Gestión de la Investigación no. 2. La Haya: Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR).
- de Hewitt, A.C. 1992. Economic restructuring and rural subsistence in Mexico: maize and the crisis of the 1980s. United Nations Research Institute for Social Development.
- de Hewitt, A. C. 1978. Modernización de la agricultura mexicana, 1940-1970. México: Editorial Siglo XXI.
- Distrito de Desarrollo Rural # 144. 1990-96. Estadísticas agrícolas. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Hermosillo, Estado de Sonora, México. Documento no publicado.
- Distrito de Riego # 51. 1990-1996. Estadísticas de superficie y consumo de agua. Comisión Nacional del Agua. Hermosillo, Sonora, México. Documento no publicado.
- Distrito de Riego Abelardo L. Rodríguez. 1992. Funcionamiento del vaso de la presa. Gobierno del Estado de Sonora, Secretaría de Fomento Agrícola. Documento no publicado.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1995. Macroeconomía y políticas agrícolas: una guía metodológica. Materiales de capacitación para la planificación agrícola, No. 39. Roma, Italia.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1996. Métodos de análisis a nivel micro para programas y políticas agrarias. Una guía para analistas de políticas. Serie FAO No. 9. Roma, Italia.
- Gregory, C. A. y J. C. Altman. 1989. Observing the economy. Nueva York:: Routlege.
- Ingram, H., L. Milich y R. G. Varady. 1994. Managing transboundary resources: Lessons from Ambos Nogales. *Environment* 36(4):6-9, 28-38.
- Janssen, W. y A. Kissi. 1997. Planning and priority setting for regional research: a practical approach to combine natural resource management

- and productivity concerns. Research Management Guidelines 4. The Hague: International Service for National Agricultural Research.
- Langworthy, M. 1991. Measurements of economic viability in Cape Verde. *Journal for Farming Systems Research-Extension*, 2(1):109-124.
- Link, J., D. Plunkett, et al. 1996. NAFTA: year two and beyond. A report by NAFTA Economic Monitoring Task Force. United States Department of Agriculture and Economic Research Service.
- Monke, E.A. y S. Pearson. 1989. The policy analysis matrix for agricultural development. Cornell University Press. Ithaca y Londres.
- Moreno Ramos, O. H. 1997. Tecnología de bajo costo: la segunda aproximación a la fórmula óptima para producir trigo. Folleto Técnico. INIFAP-SAGAR. Cd. Obregón, Sonora. (En prensa).
- Moreno Ramos, O. H., J. M. Salazar, K. Sayre, I. Ortiz Monasterio, C. M. Camacho, V. P. Felix, L. E. Carrillo Méndez. La densidad de población en relación a la producción de cereales de grano pequeño en el Noroeste de México. Folleto Técnico 20. CIRNO-INIFAP, México.
- Morris, M.L. 1992. Determinación de la ventaja comparativa mediante el análisis del CRI: pautas establecidas a partir de la experiencia del CIMMYT. Monografías en Economía del CIMMYT No. 1. México, D. F.: CIMMYT.
- Pingali, P., M.L. Morris, et al. 1997. Will Mexican wheat remain competitive en the 21st century? Effects of recent policy reforms and prospects for the future. Memorias, Primer Simposio Internacional del Trigo. INIFAP-CIMMYT-PIEAES.
- Portillo González, J. I. 1997. Estructura mundial de la comercialización del trigo: situación actual y su perspectiva para el siglo XXI. Memorias, Primer Simposio Internacional del Trigo. INIFAP-CIMMYT-PIEAES.
- Puente, G.A. 1995. Indicadores económicos de la producción de trigo en México. Publicación Especial No. 3. Programa de Economía, INIFAP, México.
- SAGAR. 1998. Estadísticas de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (Documentos no publicados.).
- Sanderson, S. E. 1986. The transformation of Mexican agriculture - International structure and politics of rural change. Nueva Jersey: University of New Jersey.
- Zerbe, R.O y D.D. Dively. 1994. Benefit-cost analysis: in theory and practice. Harper Collins College Publishers.



Institutos que colaboran en el proyecto

CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Colombia
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasil
FONAIAP	Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Venezuela
INIA	Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, México
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina
ISNAR	International Service for National Agricultural Research

Financiamiento del proyecto

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
-----	------------------------------------

Articulación en la region

PROCIANDINO	Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria para la Subregión Andina
PROCISUR	Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Cono Sur

Coordinación general

ISNAR	International Service for National Agricultural Research
-------	--

isnar

International Service for National Agricultural Research



Laan van Nieuw Oost Indië 133, 2593 BM La Haya,
Países Bajos

Apartado 93375, 2509 AJ La Haya, Países Bajos

Teléfono: (31) (70) 349 6100 • Fax: (31) (70) 381 9677

www.cgiar.org/isnar • E-mail: isnar@cgiar.org