

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS



**METODOLOGIA DE  
EVALUACION DE PROYECTOS  
DE DESARROLLO AGROPECUARIO**  
(CON ENFASIS EN PROGRAMAS DE INVESTIGACION)  
**SEMINARIO INTERNACIONAL**

Editado por:

S. MIRAGEM

H. CABALLERO

MONTEVIDEO — URUGUAY 1976

16 - 20 febrero



**MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA  
BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO  
INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS  
ZONA SUR**

**SEMINARIO INTERNACIONAL  
SOBRE METODOLOGIA DE EVALUACION  
DE PROYECTOS  
DE DESARROLLO AGROPECUARIO  
(CON ENFASIS EN PROGRAMAS DE INVESTIGACION)**

**16 - 20 febrero 1976**

**Editado por:**

**Samuel Miragem  
Hernán Caballero**

**Montevideo - Uruguay 1976**

00000086

## P R E S E N T A C I O N

*Ha sido preocupación primordial en los planes de desarrollo agrícola de los países de América Latina promover la formulación de proyectos. Estos en general persiguen como objetivo central, el aumento de la producción agropecuaria, ya sea por expansión de la frontera agrícola o por el aumento de la producción y productividad, a través de la incorporación de tecnologías mejoradas resultantes de la investigación agrícola.*

*El Banco Interamericano de Desarrollo y el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas han venido prestando apoyo a estos propósitos mediante un Convenio suscrito entre ambas instituciones con el propósito de desarrollar un programa de capacitación en la "Preparación y Evaluación de Proyectos Agrícolas", programa éste que se ha venido cumpliendo en todos los países y del cual forma parte este Seminario.*

*La Zona Sur del IICA, tiene un "Programa Cooperativo Regional" para el desarrollo de la Investigación Agrícola, en el que participan las Instituciones Nacionales de Investigación de la Zona, representadas por sus Directores, los cuales han manifestado su inquietud por promover mayores recursos para la Investigación Agrícola. Un medio para lograr este objetivo sería el de disponer de mejores medios para orientar las inversiones en el campo de proyectos de investigación agrícola.*

*Atendiendo a estas inquietudes y recomendaciones y con el auspicio del Ministerio de Agricultura y Pesca del Uruguay, se llevó a efecto del 16 al 20 de Febrero de 1976 en Montevideo, el "Seminario sobre Metodología de Evaluación de Proyectos Agropacuarios con énfasis en Programas de Investigación".*

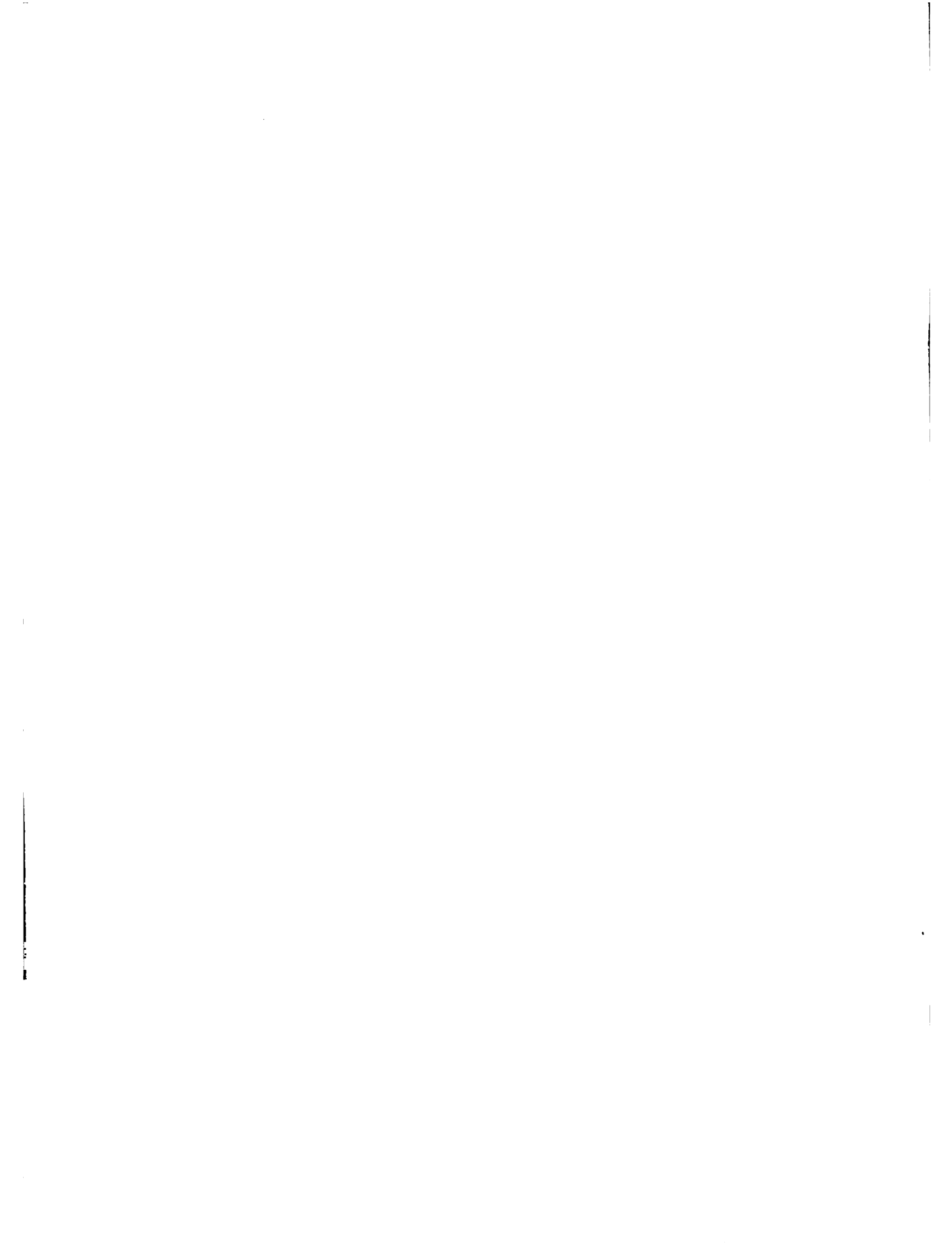
*La calidad de los trabajos presentados y el alto nivel y experiencias de los participantes dio lugar a un amplio análisis y debate del tema, el que por su importancia hemos creído de interés recoger en la presente publicación.*

*Agradecemos la colaboración que recibimos de las autoridades nacionales de la República Oriental del Uruguay, de los expositores y participantes, y confiamos que esta publicación recoja cabalmente sus valiosas contribuciones.*

*La conducción del Seminario y la edición de la presente publicación estuvo a cargo del Ing. Agr. del IICA, Sr. Samuel Miragem, quien tiene a su cargo la aplicación del Proyecto IICA - BID en la Zona Sur y del Dr. Hernán Caballero que tiene a su cargo el Programa Cooperativo de la Zona Sur del IICA en Investigación Agrícola.*

**Manuel Rodríguez Z.**

Director Regional  
Zona Sur del IICA



## CONTENIDO

<b>INTRODUCCION</b>	.....	i
<b>CAPITULO I</b>	<b>Alfred Thieme, Jr.</b> Pautas alternativas para la evaluación de proyectos .....	1
<b>CAPITULO II</b>	<b>Roberto J. Casás Bernadé</b> Introducción a los problemas específicos que plantea la evaluación de proyectos de investigación. ....	17
<b>CAPITULO III</b>	<b>Hernán Tejada</b> Evaluación de proyectos de investigación vegetal en base a un enfoque de sistemas. ....	29
<b>CAPITULO IV</b>	<b>Guillermo E. Joendet</b> Evaluación de proyectos de investigación animal en base a un enfoque de sistemas. ....	47
<b>CAPITULO V</b>	<b>Martín E. Piñeiro</b> Evaluación económica de la investigación agropecuaria: un ejemplo del uso de programación lineal. ....	61
<b>CAPITULO VI</b>	<b>John L. Dillon</b> Objetivos múltiples en la evaluación ex ante de proyectos .....	83
<b>CAPITULO VII</b>	<b>Viviane Laffitte, Hugo E. Cohan, Joaquín Secco</b> El tratamiento del riesgo y de la incertidumbre en la evaluación de proyectos. ....	107
<b>CAPITULO VIII</b>	<b>Carlos Fletschner, Eduardo Trigo</b> El cambio de precios relativos en los proyectos. ....	145
<b>CAPITULO IX</b>	<b>Arnaldo Veras, Gregorio Raidán, Ruben Morales Valdez, Gilberto Páez y Colaboradores</b> Esquema de evaluación de resultados del proyecto integrado de desarrollo agropecuario del Paraguay. ....	163
<b>ANEXO</b>	Lista de participantes .....	193





## INTRODUCCION

El Seminario sobre Metodología de Evaluación de Proyectos de Desarrollo Agropecuario con Énfasis en Programas de Investigación tuvo dos objetivos, explicitados en la carta - invitación que se dirigió a las Oficinas de Planificación y de Investigación de los países de la Zona Sur del IICA y Bolivia.

Uno de los objetivos fue el de proporcionar elementos para que las instituciones encargadas de la planificación del desarrollo agropecuario pudiesen tener una idea de la dimensión de la brecha existente entre la práctica seguida en la evaluación de los proyectos preparados en sus países y los enfoques sugeridos por la copiosa literatura sobre metodología de evaluación que se ha publicado en los últimos años.

El segundo objetivo - discusión de métodos apropiados para evaluación de proyectos de investigación - fue establecido en base al supuesto de que las mejores tierras agrícolas de América Latina están ocupadas y de que la expansión de la frontera agrícola - ganadera exige, en la mayoría de las veces, una tecnología distinta, adecuada a las condiciones específicas de las nuevas áreas que deben ser incorporadas al proceso productivo. Admitiéndose este supuesto y, por otra parte, el hecho de que los recursos destinados a la investigación son, como regla general, escasos, la evaluación de proyectos de esta naturaleza adquiere una importancia fundamental. Evidentemente, cualquier intento en el sentido de mejor orientar las inversiones en el campo de la investigación, jerarquizando prioridades, podría producir un impacto considerable en el desarrollo agropecuario, sin embargo, son pocos los casos conocidos de proyectos de investigación debidamente evaluados.

La consideración de los aspectos mencionados anteriormente fue determinante para la elección de los temas, así como también incidió en la elección de conferencias capacitados para el tratamiento adecuado de los mismos.

En lo que se refiere a la parte general de la metodología de evaluación de proyectos de desarrollo agropecuario, los organizadores del Seminario centraron su atención en aquellos puntos en los cuales la moderna literatura pone énfasis y que, de una manera general, no son tomados en cuenta por la gran mayoría de los proyectistas en América Latina. En realidad hay que reconocer que, en cierta medida, este desconocimiento se debe a que la implantación de un sistema de planificación es reciente en la casi totalidad de los países y, por otra parte, la sucesión de crisis en algunos de ellos, muchas veces ha contribuido a tornar sólo formal la existencia de estos sistemas.

Conforme a los antecedentes y la orientación antes explicitados, el tema inicial tratado en el Seminario consistió en un resumen de los principales enfoques alternativos para la evaluación social de proyectos. Este tema quedó a cargo de Alfred Thieme, Coordinador de la Unidad de Metodología de Proyectos del Banco Interamericano de Desarrollo. Como los lectores podrán percibir, Thieme estableció los fundamentos teóricos de los distintos enfoques y subrayó las principales diferencias existentes entre los mismos. Su conferencia, considerablemente enriquecida por los aportes hechos durante la discusión, tanto por parte del autor como de los otros participantes, llevó a la conclusión de que no hay un método que se pueda preferir a los demás, que sea adecuado a todas las situaciones. El tratamiento en primer término de los distintos enfoques de evaluación social de proyectos se debió a la heterogeneidad de la asistencia al Seminario ya que, además de los planificadores y proyectistas, participaron especialistas en investigación biológica, sin un contacto frecuente y en profundidad con los temas de naturaleza económica.

En una secuencia lógica, se trató a continuación el tema "Introducción a los Problemas Específicos que plantea la Evaluación de Proyectos de Investigación". El tratamiento del tema, a cargo de Roberto Casás, abarcó un resumen de la bibliografía existente recalcando los aspectos metodológicos y los principales problemas que deben ser tomados en cuenta para la evaluación de la investigación, tanto ex - ante como ex - post. Subrayó que no obstante la evaluación ex - post presenta menos problemas porque la incertidumbre, sobre todo por el lado de los costos, disminuye; lo mismo no ocurre por el lado de los beneficios ya que el mercado puede haber sido afectado por la existencia de nuevos insumos y si no se posee buena informa-

ción sobre el impacto de los mismos, la cuantificación de los beneficios no será muy precisa. En base a la literatura citada, hizo referencia a la gran ayuda que el enfoque de análisis de sistemas puede representar para una eficiente asignación de recursos en investigación acorde con los objetivos nacionales. Al final el autor recalcó la importancia de la realización de evaluaciones ex - post de la investigación en América Latina, pues permitirán "adquirir experiencia, incrementar el volumen de conocimientos sobre la materia y además recopilar información básica que es necesaria para realizar correctamente la planificación y evaluación de la investigación". En otros términos, a pesar de que la evaluación ex - post no permitirá seleccionar proyectos de investigación, el autor considera que la práctica generalizada de la misma se constituye en una etapa previa para la utilización de la evaluación ex - ante que, evidentemente, permitirá lograr aquel objetivo.

La exposición de Hernán Tejeda - Evaluación de Proyectos de Investigación Vegetal en base a un Enfoque de Sistemas - enfatizó los aspectos agronómicos del problema. El autor ha dividido la exposición en tres partes: a) una revisión de las diferentes clasificaciones que se han presentado sobre investigación en cultivos; b) procedimientos utilizados para determinar prioridades; c) desarrollo de la hipótesis de cómo un conjunto de principios agronómicos y la expresión cuantitativa de las relaciones que afectan el rendimiento facilitan la evaluación de investigaciones en producción vegetal, mejorando así la calidad y validez de las prioridades determinadas. Haciendo abstracción de la primera parte, se podría decir que la conferencia se constituye en un complemento de la conferencia anterior. El autor se refiere a seis esquemas utilizados para la determinación de prioridades en la investigación agropecuaria de los cuales tres fueron ideados en América Latina. Según Tejeda, la característica negativa presentada por todos los esquemas es el grado de subjetividad de la información básica que se "constituye en una fuente potencial de problemas que convendría eliminar en cuanto fuera posible". En la tercera parte del estudio se presentan algunas ideas que pudieran servir de orientación en la búsqueda de soluciones al problema de la subjetividad en la evaluación de investigaciones en cultivos. En la formulación de sus hipótesis, el autor hace referencia a "la ausencia de un conjunto de conocimientos generales sobre producción de cultivos que integre las diferentes disciplinas involucradas y que pudiera denominarse Teoría Agronómica"\* y "en la falta de expresiones cuantitativas para las relaciones de producción que sean válidas, a lo menos para cierto rango de condiciones particulares de regiones o cultivos". Después de citar los problemas que, aparentemente han retrasado el desarrollo de la Teoría Agronómica, entre los cuales atribuye importancia al desigual avance del conocimiento de los aspectos determinísticos y de los aspectos estocásticos - siendo que estos últimos recién están siendo considerados y cuantificados - el autor presenta los aspectos mínimos que, a su juicio, debían involucrar los principios agronómicos generales y recalca los efectos negativos que tendría la falta de un conjunto de conocimientos agronómicos generales sobre el problema de la evaluación y asignación de recursos a la investigación en producción vegetal. Por último, describe una forma de representar esquemáticamente las relaciones entre grupos de factores de producción y rendimiento de diferentes especies en una región definida, tratando de establecer algunos principios de validez general dentro del sistema y discutiendo la factibilidad de describirlo mediante modelos estadístico - matemáticos. Concluye afirmando que "aún cuando puede ser prematuro proclamar su existencia, aparentemente el camino está abierto para desarrollar los procedimientos que permitan la evaluación de proyectos de investigación vegetal mediante un enfoque de sistemas".

Evaluación de Proyectos de Investigación Animal en base a un Enfoque de Sistemas fue el tema tratado por Guillermo Joandet. El autor divide el estudio en tres partes. En la parte introductoria, de naturaleza conceptual, además de definir sistema y caracterizar los elementos que lo componen, establece las diferencias existentes entre el enfoque tradicional de la investigación y el enfoque sistemático. En la segunda parte - desarrollo de modelos - presenta las etapas que se deben seguir en la descripción de un sistema poniendo énfasis en las ventajas de la utilización de modelos matemáticos, en la necesidad de considerar sub - sistemas - en razón de la complejidad de los sistemas agrícolas -, en la formación de grupos de trabajo interdisciplinarios que puedan abarcar todas las variables a considerar y en las características estocásticas de los mismos sistemas. En la última parte, presenta algunas indicaciones sobre la utilización de la metodología, subrayando las limitaciones de métodos tradicionales para optimizar resultados y concluye afirmando que "la

\* El subrayado es de los editores.

eficiencia en los procesos de toma de decisiones basándose en la metodología de sistemas, en la medida que se cuente con la información sistematizada y ordenada, debe ser mayor que el hacerlo en la manera subjetiva, sin el empleo de esta herramienta, la cual es particularmente útil para procesos complejos donde intervienen un gran número de variables como justamente lo son los sistemas agrícolas". Según el autor, la metodología permite evaluar proyectos en la medida que la descripción se realice a nivel de proyectos o a nivel de variables con las cuales puedan asociarse los proyectos. La preocupación con la calidad de la información fue una constante durante toda la conferencia de Joandet, razón por la cual no es de extrañar que en su última frase recalque nuevamente que la respuesta depende enteramente de la información en la cual se basa y el hecho de que no sea aceptada la respuesta no depende de la herramienta (sistemas) sino de como se la ha empleado.\*

Respecto a los dos temas tratados anteriormente, la discusión a veces se derivó hacia una comparación entre la investigación tradicional y la investigación en base a un enfoque de sistemas. A pesar de que este no era el objetivo del Seminario, debe haber resultado provechoso para los investigadores presentes.

El trabajo de Martín Piñeiro - Evaluación Económica de la Investigación Agropecuaria - presenta y ejemplifica, a través de un caso concreto, la utilización de modelos de programación lineal a los efectos de medir la rentabilidad social de la investigación agropecuaria. El trabajo consta de tres partes. En la primera se hace un breve planteo del problema. En la segunda se presentan sucintamente los antecedentes metodológicos y su vinculación a la propuesta contenida en el trabajo. La tercera parte es el desarrollo de una aplicación empírica de la metodología presentada. Entre sus conclusiones el autor destaca que medir la rentabilidad social de los proyectos que pueden hacerse con los fondos públicos es una práctica que puede y debe hacerse, a pesar de las limitaciones metodológicas. La medición del excedente del consumidor y productor es una metodología conceptualmente adecuada para este objeto.

Los cuatro estudios anteriores, específicos sobre evaluación de proyectos de investigación, comprueban la validez del supuesto, esto es, de la necesidad de realizar la evaluación con el objeto de jerarquizar las prioridades en la investigación agropecuaria, y al mismo tiempo ponen a descubierto la escasez de estudios volcados al logro de este objetivo. Se reconoce que existen muchos problemas a ser solucionados, tanto de falta de datos estadísticos confiables, como de personal calificado y de la propia metodología. Sin embargo se cree que lo fundamental es reconocer esta necesidad, ya que sin este reconocimiento jamás se podrán solucionar aquellos problemas. Bajo este punto de vista el seminario pretendía transmitir a los ejecutivos presentes un mensaje, el cual se espera haya sido escuchado.

Volviendo al tratamiento de los temas sobre problemas genéricos sobre la evaluación de proyectos tres trabajos fueron presentados.

El estudio siguiente - El Tratamiento del Riesgo y de la Incertidumbre en la Evaluación de Proyectos - a cargo de Viviane Laffite, Hugo Cohan y Joaquin Secco se divide en cuatro partes. En la primera parte, de naturaleza conceptual, incluye el sentido y significado del riesgo en proyectos, enfatizando las razones para analizar el riesgo en los proyectos del Sector Público. En la segunda parte se plantea el problema en el contexto de trabajos realizados en Uruguay y Argentina. Planteada la experiencia, se revén aspectos de la literatura especializada en proyectos con el objetivo de apuntar críticamente posibles líneas de solución técnica a los problemas identificados. La conclusión de esta parte es que para su aplicación en los países en los que se ha generado la experiencia, la actual disponibilidad de opciones de tratamientos técnicos debe separarse en partes con impacto previsible a distintos plazos. En la parte III se indican algunos resultados preliminares de modelizar, con reconocimientos del riesgo, la decisión de la empresa agropecuaria. En la correspondiente investigación se procedió a incorporar a un modelo de programación lineal la mecánica de los desvíos totales absolutos mínimos (MOTAD). Los resultados obtenidos son relevantes para informar porque ilustran sobre la posibilidad de reconocer el efecto del riesgo mediante simples modificaciones a los modelos de programación lineal ya comunes en nuestros países. En la parte final se presentan algunas conclusiones y recomendaciones que los autores derivan del material incluido en el estudio. Para efectuar

---

\* El subrayado es de los editores.

esto se afirman los motivos que inducen a pensar que alguna mayor consideración del riesgo compensará los posibles costos adicionales de elaboración de proyectos. El punto fundamental que se propone en esta parte está más relacionado con la organización institucional para la preparación de proyectos que con posibles mejoras técnicas.

El trabajo "Objetivos múltiples en la evaluación ex-ante de proyectos" presentado por John Dillon se divide en tres partes. En la primera parte hace un listado de los métodos de decisión con objetivos múltiples, subrayando las ventajas y desventajas de algunos de ellos. En lo que se refiere a los métodos de programación matemática, recalca que su desventaja general para la evaluación de proyecto es que no pueden manejar adecuadamente la incertidumbre de un modo práctico. En la segunda parte, después de profundizar el análisis de los casos de proyectos con objetivos múltiples bajo condiciones de certeza, el autor pasa a considerar modelos con aplicabilidad en los casos de incertidumbre usando el método de funciones de utilidad con atributos múltiples. Analiza con profundidad los modelos indicados para situaciones particulares - casos en que dos o más atributos pueden ser probabilísticamente dependientes, casos en que la independencia de utilidad y la independencia preferencial prevalecen, pero no la marginalidad, casos en que no se verifican la marginalidad ni la independencia preferencial. Por último, el autor se refiere a las complicaciones que pueden resultar de situaciones en que las decisiones son de grupos y en las que se deben considerar los efectos del tiempo. La conclusión del documento es que "excepto para el caso de un grupo decisor que rehusa alcanzar un acuerdo conjunto, o para agentes de decisión que no aceptan los axiomas subyacentes de utilidad, la teoría de utilidad con atributos múltiples proporciona el método teórico lógico para la evaluación del proyecto con objetivos múltiples. Sin embargo, su aplicación práctica es otra cuestión. Requiere todos los datos usuales basados en la resultante del proyecto. También necesita, en gran medida, la interacción y cooperación entre el analista y quien toma la decisión. Dada esta cooperación, su aparente complicación no tiene importancia, ya que implica simplemente hacer repetidamente el mismo tipo de cosa".

El último trabajo presentado - Métodos y experiencias en la comparación entre resultados proyectados y resultados obtenidos en la implementación - a cargo de Arnaldo Veras maneja una serie de variables macroeconómicas con la finalidad de medir el impacto del proyecto en la economía. El modelo fue elaborado para la evaluación ex-post del PIDAP, en Paraguay, sin embargo, por razones varias no llegó a ser utilizado.

La relación de los temas tratados abarca los aspectos más importantes que deben ser considerados en la evaluación de proyectos y, con salvedad de tres estudios muy específicos, tienen validez para proyectos de desarrollo de cualquier tipo. Sin embargo el lector atento advertirá algunas preguntas que no fueron contestadas en el Seminario. Probablemente la duda más grande que quedó, se refiere a la utilización de la programación lineal ya que algunos conferencistas la utilizaron y otros no la aconsejan, por no permitir tratar de una manera adecuada los problemas de riesgo\* y por ser costoso cuando se usa en el análisis de los procesos biológicos\*\*. Con todo, como la discusión no termina con la clausura del Seminario, se espera un nuevo aporte de los conferencistas para dirimir las dudas

Existen muchos indicadores para evaluar un Seminario en el momento de su realización, pero todos presentan limitaciones y aspectos positivos. Uno de los indicadores de uso más común es el movimiento del Seminario, con discusión generalizada. A este respecto, quizás sea interesante recordar la clasificación que acostumbraba a hacer de los participantes en reuniones semejantes un conocido autor inglés. El lo clasificaba en cuatro grupos: los que preguntan para aclarar un punto realmente importante que quedó dudoso; los que intervienen para hacer un aporte a la discusión; los que hacen preguntas irrelevantes solamente para revelar su conocimiento del tema y, por último, los que en realidad no entendieron nada y suelen perturbar. Felizmente, todos los que participaron en las discusiones pueden encuadrarse en los dos primeros casilleros, pues a pesar de que la discusión no fue intensa, siempre se procesó de una manera constructiva.

---

\* John Dillon

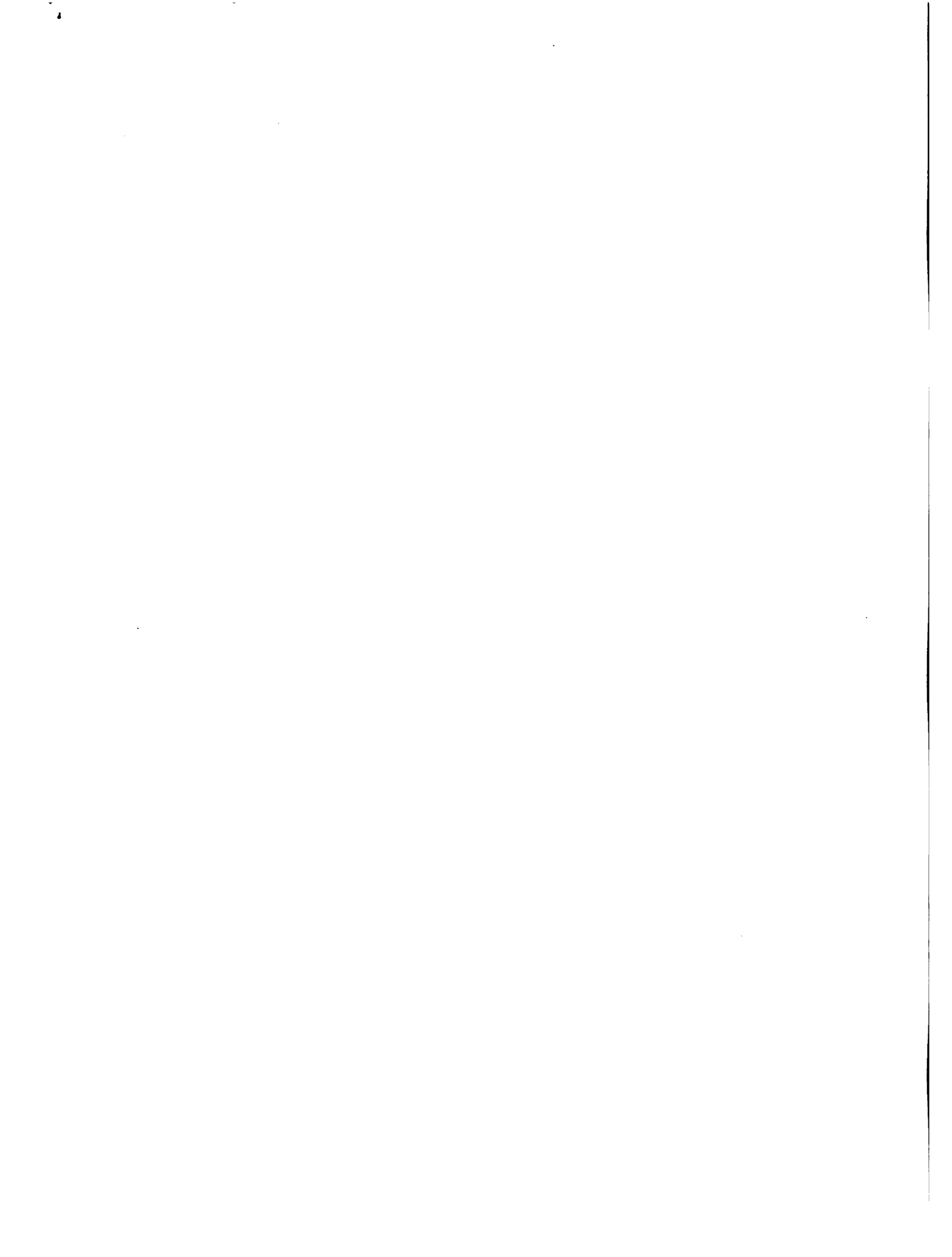
\*\* Guillermo Joandet

Otro indicador sería el documento que resultó del Seminario. Los lectores serán los evaluadores.

Para concluir, son indispensables un pedido de disculpas y algunos agradecimientos. El pedido de disculpas se debe a que ninguno de los textos traducidos fueron sometidos a revisión por sus autores, lo mismo ocurrió con las adaptaciones que fueron hechas en los trabajos de los comentaristas a efectos de publicación. Por esta razón, se solicita que cualquier problema de interpretación equivocada sea comunicado a los editores para su corrección en una eventual segunda edición.

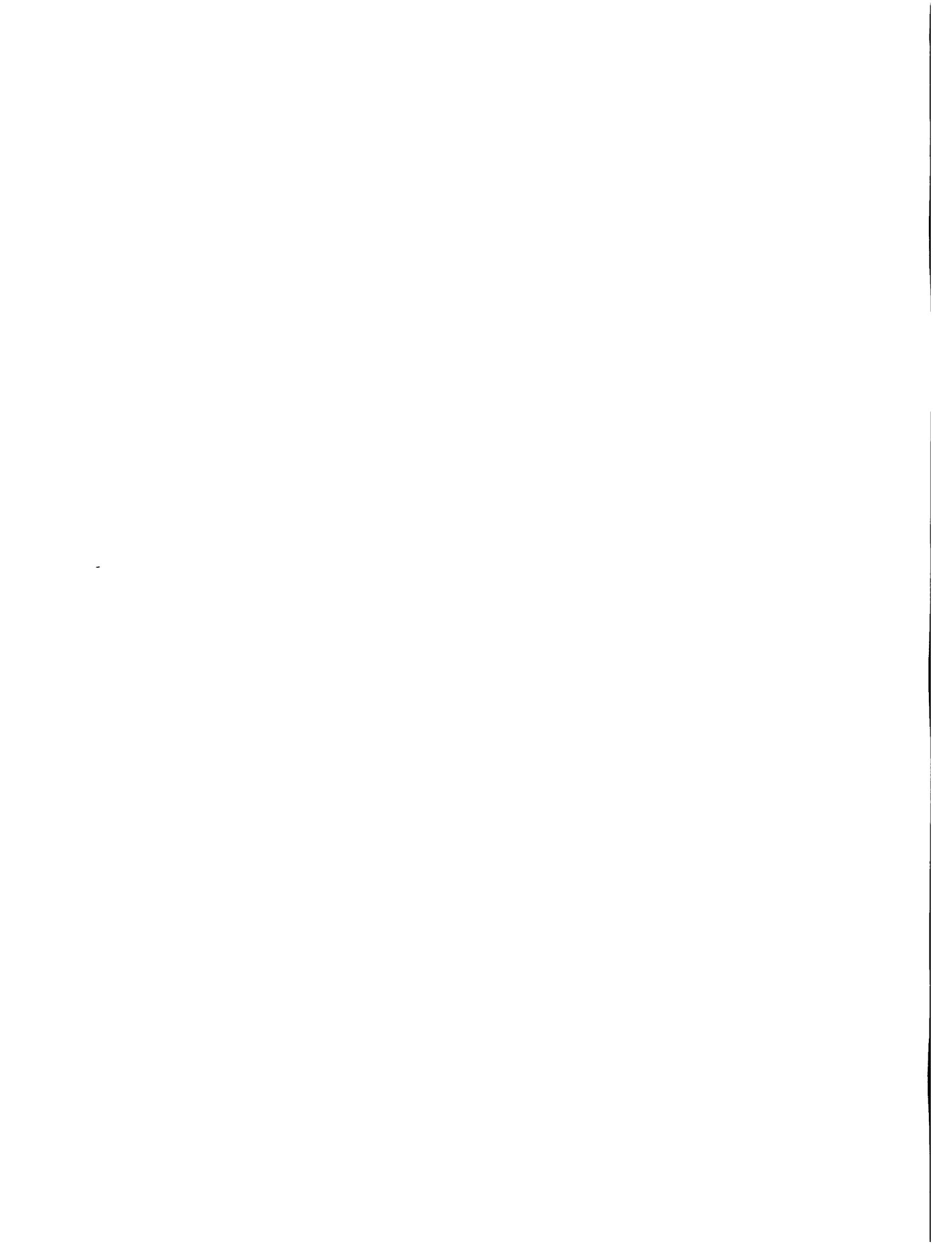
La realización del Seminario involucró la participación de mucha gente, tanto a nivel profesional como administrativo y será imposible nombrar a todos aquellos que colaboraron. Con todo, aún con el riesgo de alguna omisión imperdonable, hay que destacar la colaboración de algunas personas. Entre el personal profesional se agradece a Miguel Cetrángolo, sin cuya colaboración habría sido imposible realizar una serie de tareas: fue traductor y comentarista de temas que no le habían sido asignados y, se cree que hubiera hecho más aún, si se lo hubiéramos solicitado. También se agradece al Prof. John Dillon, cuya presencia contribuyó para elevar el nivel del Seminario, además de su colaboración como comentarista de temas que no le habían sido asignados. A las secretarías Myriam de Nantes y Mirta de Ramonde se agradece la perfecta organización del Seminario, lo que no hubiese sido posible si a esto no hubieran dedicado tantas horas de trabajo extra. En la fase de edición se agradece la colaboración de Hugo Cohan quien, con su experiencia y capacidad reconocida prestó valioso auxilio. De la misma forma los editores agradecen el trabajo de las Secretarías Rosa Waldman y Mariel Meloni, tanto por el auxilio prestado en las traducciones necesarias, como en la organización del material.

Los Editores



# **CAPITULO I**

**PAUTAS ALTERNATIVAS  
PARA LA EVALUACION DE PROYECTOS**





# I. PAUTAS ALTERNATIVAS PARA LA EVALUACION DE PROYECTOS

Alfred Thieme, Jr.\*

## A. CONFERENCIA

### 1. INTRODUCCION

Este trabajo tiene por objeto examinar someramente las pautas alternativas de evaluación de costos y beneficios económicos y sociales desde un punto de vista práctico. El trabajo pone el acento en los problemas prácticos que plantea la necesidad de evaluar proyectos de inversión mediante un método que refleje los objetivos múltiples de la sociedad -eficiencia, crecimiento y distribución- ante las limitaciones que se derivan de la insuficiencia de datos, la falta de proyectistas capacitados y experimentados y el evidente apremio por llevar adelante con celeridad el proceso de evaluación, a fin de facilitar la ejecución de un programa de inversión.

Seguidamente se indicarán las pautas alternativas que se examinarán: Little-Mirrlees, ONUDI, van derTak-Squire, Consejo Nacional de Recursos Hidráulicos de los Estados Unidos y Programación por Objetivos.\*\* Debido a la complejidad y detalle que presentan estas metodologías, se partirá en este trabajo de la hipótesis de que el lector tiene algún conocimiento de los distintos enfoques de evaluación.

El análisis de costo-beneficio es un método práctico para evaluar la conveniencia social de un proyecto y compararlo con inversiones alternativas cuando las corrientes de beneficios y costos ocurren en un período de más de un año. La técnica requiere un exámen del impacto anual directo e indirecto sobre consumidores y productores y su cuantificación en términos de beneficios y costos. Una vez determinada la corriente de beneficios netos del proyecto se expresa en términos de un único índice de rentabilidad. Los índices utilizados con más frecuencia son el valor actual neto (VAN), la tasa de rentabilidad interna (TRI) o el coeficiente costo-beneficio (C/B) del proyecto. Los problemas principales que se plantean consisten en identificar las corrientes físicas imputables a la inversión, resolver cuáles se deben incluir como beneficios y cuáles como costo, estimar los valores que deben atribuirse a estas cantidades físicas y determinar la tasa de actualización o tasa mínima de rentabilidad que se utilizará.

De acuerdo con el principio fundamental del análisis de costo-beneficio -la teoría de asignación de recursos- en un mercado perfectamente competitivo la asignación de recursos, en función de los precios de mercado de los bienes y servicios, daría lugar a la situación óptima de Pareto.\*\* Se dice que existe una situación óptima de Pareto cuando es imposible efectuar un cambio (esto es, reasignar recursos) que mejore la condición de algunos individuos (a su propio juicio) sin empeorar la condición de otros. En estas condiciones, los precios de mercado igualan el costo marginal (CM) de producción y el valor marginal (VM) de consumo de estos bienes y servicios. Esta proposición teórica se aplica en el caso de inversiones verdaderamente marginales; con todo, cuando las inversiones son relativamente elevadas en relación con la economía (o producen efectos externos), la inversión propuesta se debe analizar en términos de excedente del productor y consumidor a fin de determinar sus efectos no marginales.

---

\* M.P.I.A., M.S., Coordinador, Unidad de Metodología de Proyectos, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D.C., USA.

\*\* Véase 4, 6, 5, 7 y 3

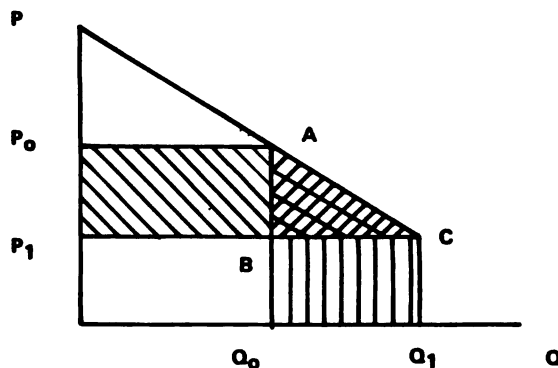
\*\*\* Véase 1

## 2. ANALISIS DE EFICIENCIA

El análisis antedicho se denomina análisis de eficiencia a precios de mercado. El método requiere, primero, que se realice una evaluación financiera desde el punto de vista de cada entidad afectada, valuando los beneficios y costos a los precios de mercado y utilizando, en calidad de tasa mínima de actualización, la tasa que los beneficiarios del proyecto deben pagar por el capital tomado en préstamo. Este análisis tiene por objeto: 1) determinar las necesidades de flujo de fondos y de crédito a corto plazo, y 2) evaluar la rentabilidad financiera del proyecto desde el punto de vista de los empresarios y organismos ejecutores participantes.

El análisis económico a precios de mercado sigue igual procedimiento que el análisis financiero, con la salvedad de que algunas "transferencias" (impuestos y subsidios) se sustraen de los costos o beneficios, según el caso. Como ocurre con otros sistemas de evaluación de proyectos, el análisis de eficiencia por lo común trata de maximizar la producción (bienestar) de la economía nacional en su totalidad. Sin embargo, en países en los que existen diferencias significativas en las condiciones económicas (p.ej., precios de factores, niveles de ingreso) entre zonas geográficas, acaso convenga partir de un punto de vista regional en el análisis.

Cuando un proyecto es suficientemente amplio al punto de afectar a los precios de los productos vendidos o adquiridos,\* es necesario ajustar la "disposición a pagar" de acuerdo con los cambios en el excedente del consumidor y productor. Gráficamente, esta situación se puede mostrar como sigue:



En la gráfica anterior, el valor que la sociedad atribuye a un aumento en el consumo de  $Q_0$  a  $Q_1$  como resultado de un nuevo proyecto está indicado por el área  $Q_0 Q_1 CA$  debajo de la curva de demanda. Sin embargo los consumidores sólo pagan  $Q_0 Q_1 CB$  por este aumento del consumo, razón por la cual el beneficio neto como resultado del mayor consumo es igual al área del triángulo  $CAB$ . El área  $P_0 P_1 BA$  es, también, una ventaja para los consumidores, pero es consumida a un precio inferior, razón por la cual no es un beneficio neto para la sociedad, ya que se compensa con una reducción en el excedente de los productores.

\* O cuando los precios de mercado no reflejan satisfactoriamente "los precios reales".

### 3. EL ANALISIS DE EFICIENCIA CON PRECIOS DE CUENTA O PRECIOS SOMBRA

Históricamente, el uso de los precios de cuenta o precios sombra en el análisis realizado en el BID y el BIRF ha sido una tentativa por cuantificar el costo social de utilizar el "excedente" de mano de obra no calificada, que se observaba en muchos países en desarrollo. La tesis era que dado que el producto marginal de este excedente de trabajadores era bajo o casi nulo, éstos podían ser transferidos de la producción agrícola primaria a otros sectores, con poco o ningún efecto sobre la producción agrícola. Por lo tanto, el "precio sombra" (costo de oportunidad) de su trabajo era la producción sacrificada, más los costos derivados de transferir y utilizar el factor trabajo en el nuevo proyecto. Este precio de cuenta del trabajo se calculaba sobre la base de las necesidades y disponibilidad relativa de la mano de obra no calificada en el mercado de trabajo del proyecto. A veces se aplicaba un razonamiento similar a las necesidades de trabajo calificado del proyecto.

Asimismo, se observó que otros mercados de factores funcionaban imperfectamente, con el resultado de que los precios de los factores tampoco reflejaban su "verdadero" valor. Por otra parte, algunos economistas interesados en otros objetivos de la economía criticaron el uso de los precios de cuenta de eficiencia, por cuanto, entre otras cosas, el valor relativo de los precios sombra influía en la decisión de utilizar una menor o mayor cantidad de un determinado recurso. En consecuencia, se postuló y demostró teóricamente que los cambios en algunos precios de cuenta, por ejemplo, del capital y el trabajo, debían afectar también a otras relaciones; verbigracia, cambios intertemporales en la cuantía de bienes de inversión producidos en relación con la cuantía de bienes de consumo y, en consecuencia, la tasa de crecimiento económico a largo plazo.

Aunque se formularon distintos sistemas para estimar los "precios de cuenta", éstos en general se orientaron a cuantificar el valor social de la producción elaborada y los insumos consumidos por un proyecto en el contexto teórico de alcanzar una distribución "paretiana óptima" de los recursos. Sin embargo, se formularon objeciones al uso de precios de cuenta de eficiencia en el análisis de proyectos por cuanto: 1) no se puede obligar a los gobiernos a modificar las políticas internas que afectan a los precios de insumos y productos, aunque se utilicen precios de eficiencia para evaluar los proyectos con financiamiento externo; 2) porque el costo de oportunidad de la inversión podría no ser igual a la tasa de preferencia temporal social de la sociedad, dando lugar al problema de determinar la tasa de actualización que se debe utilizar para evaluar los proyectos de inversión pública; 3) porque las autoridades y planificadores de las sociedades podrían tener objetivos distintos de la eficiencia; 4) porque los objetivos de distribución del ingreso y empleo acaso no se puedan obtener a pesar de que se alcancen las metas de eficiencia.

Debido al interés en objetivos distintos de la eficiencia, especialmente a fines del decenio de 1960 y en el decenio de 1970, se han dado a conocer dos metodologías integrales para estimar y utilizar los precios de cuenta en la evaluación de proyectos en economías en desarrollo: el método Little-Mirrlees (L-M) y las Pautas de la ONUDI respectivamente.\* Aunque las pautas L-M de evaluación de proyectos se formularon originalmente con destino a proyectos industriales, la versión más reciente citada ha sido revisada y ampliada a fin de incluir otros tipos de proyectos. En este trabajo no se intentará realizar un examen integral y aplicación de estas dos metodologías. En cambio, se sintetizarán algunos aspectos importantes y las principales características distintivas en cuanto interesan al analista de proyectos.

### 4. LAS PAUTAS DE LA ONUDI

En la metodología de la ONUDI, se supone que el Organismo Central de Planificación (OCP) mantiene estrecho contacto con los distintos ministerios y está bien informado de los objetivos nacionales. Aunque pueda formular recomendaciones relativas a las políticas sobre aranceles, tributos, etc., no puede ni modificar ni influir estas políticas. Por lo tanto, el OCP toma la estructura sustantiva de la economía como dada.

---

\* Véanse 4 y 6.

En comparación con las pautas L-M, las pautas de la ONUDI se distinguen por orientarse hacia la maximización del valor actual del consumo global denominado en la moneda nacional como objetivo primario y usado como numerario. Los beneficios económicos son de dos clases: 1) la disposición de los consumidores a pagar por el aumento neto de la producción de un proyecto y 2) los ahorros de recursos producidos por la sustitución de una fuente de importación de la oferta de productos por otra fuente más eficiente.

Un ejemplo de estos últimos beneficios es un proyecto de sustitución de importaciones en el cual la producción neta es la cifra neta de divisas ahorrada por el proyecto.\* Por lo tanto, los beneficios pueden ser directos o indirectos, y se pueden derivar de bienes de consumo o producción, o ahorros, o ingresos en divisas.

El proceso de determinación de los costos del proyecto es similar al de los beneficios económicos, es decir es el máximo beneficio económico sacrificado como resultado de usar un insumo de factor en el proyecto. A este fin se deben examinar "las reacciones a la demanda de insumos creada por el proyecto cuando la oferta de los mismos permanece constante, aumenta o disminuye como resultado del proyecto".

Una vez que se han determinado los beneficios y costos netos en términos de la "disposición a pagar" a precios de mercado, se procede a actualizarlos en función de los tipos de interés comerciales a fin de estimar la rentabilidad del proyecto según un enfoque privado.

Sin embargo, como la metodología de la ONUDI hace ajustes cuando los precios de mercado no reflejan los costos y beneficios nacionales, el paso siguiente en las pautas es efectuar el cálculo de los precios de cuenta de todos los insumos y productos a fin de obtener los beneficios netos de consumo global. En principio, el analista debe estimar los precios de cuenta de los insumos o productos que tengan un valor distinto a los precios de mercado. En la práctica, las pautas recomiendan la estimación de los precios de cuenta sólo de los insumos de gran importancia en el proyecto y cuyos precios de mercado son sustancialmente distintos de los precios de cuenta.

Aunque la determinación y evaluación de los beneficios y costos del proyecto y la formulación de los precios de cuenta de productos específicos, de acuerdo con la metodología de la ONUDI, acaso no difieran sustancialmente de la formulación de precios de cuenta "de eficiencia", se observa una diferencia conceptual significativa en la estimación de los parámetros nacionales, la tasa de actualización social, el precio de cuenta de la inversión, el precio de cuenta de las divisas y el salario de cuenta, por cuanto éstos influyen directamente sobre el consumo y el ahorro intertemporales, esto es, los beneficiarios pueden reaccionar aumentando el ahorro o el consumo y, en consecuencia, afectando a la inversión. Estos efectos se reflejan en términos de producción para el consumo interno y para la exportación.

El procedimiento usado para estimar parámetros nacionales y los factores de ponderación propuestos en las pautas refleja el procedimiento "de abajo hacia arriba" y la circunstancia de que las ponderaciones de objetivos son inicialmente una incógnita para el analista de proyectos. El sistema propuesto es una serie de "ponderaciones" de redistribución, preferencia temporal o necesidades de mérito que debe emanar de un proceso interactivo entre los planificadores y las autoridades políticas. Sobre la base de las preferencias declaradas de las autoridades políticas respecto de proyectos que reflejen distintos valores actuales netos, como resultado de los factores de ponderación redistributiva, el analista de proyectos debe implícitamente formular los factores de ponderación implícitos de las autoridades al rechazar o aceptar proyectos. Como mínimo, para formular estas ponderaciones, se deben realizar estimaciones 1) de los grupos que pierden y ganan ingreso a causa del proyecto; 2) del impacto neto del ahorro basado en el propensión marginal al ahorro de cada grupo y 3) la prima que se atribuirá a la inversión adicional que el proyecto genere mediante su impacto sobre la distribución del ingreso. En la práctica, es dudoso que haya una línea de información suficiente en virtud de la cual el analista de proyectos pueda preparar proyectos alternativos que reflejen distintas ponderaciones de juicios de valor en términos de consumo regional, distribución del ingreso y tasa de actualización social.

\* Véase 6, página 43.

Otra limitación de esta técnica es su procedimiento "de abajo hacia arriba". Este procedimiento requiere que se consideren y preparen proyectos con diseños alternativos y que su evaluación se realice con los parámetros y ponderaciones nacionales estimados. A fin de aplicar efectivamente este sistema sería menester contar con equipos especializados de técnicos, ingenieros, economistas, administradores en el OCP, etc., todos los cuales escasean en muchos países en desarrollo. Actualmente, la mayor parte de los países carecen de organismos efectivos de preparación de proyectos al nivel ministerial. Los organismos que existen suelen ser débiles y fragmentarios, y con frecuencia no tienen una interacción suficiente con el Organismo Central de Planificación (OCP), a fin de recibir las "señales" necesarias para formular las distintas ponderaciones. Se plantea, pues, la cuestión relativa a saber si no sería más ventajoso utilizar este cuadro profesional calificado de esos organismos para preparar distintos proyectos, todos los cuales se podrían ejecutar en lugar de usarlo para formular numerosas alternativas de un solo proyecto.

## 5. EL SISTEMA LITTLE-MIRRELES (L-M) DE EVALUACION DE PROYECTOS

El procedimiento L-M de evaluación de proyectos se distingue por la circunstancia de que los valores de todos los beneficios y costos se enuncian en función del "ingreso social actual no comprometido (es decir, el numerario), cuantificado en términos de divisas convertibles", y no de la moneda nacional que se usa en la metodología de la ONUDI.\* Este ingreso social no comprometido es devengado por las autoridades públicas. Los autores dan algunas de las razones en que se fundan para usar este ingreso social actual no comprometido como base del numerario. Dan más valor al ingreso oficial no comprometido que al consumo porque se lo puede usar para inversiones, que aumentan la tasa de crecimiento económico (si se desea esto como objetivo).

Estos autores opinan que los "bienes comerciables" -esto es, los bienes que circulan o pueden circular en el comercio internacional- una alternativa a la producción interna es la importación. En esta circunstancia, el costo alternativo sería el precio CIF en divisas. En cambio, la alternativa al consumo de la producción del proyecto en el plano interno es la exportación de ese producto. En este caso, el valor alternativo sería el precio FOB, que también se puede denominar en divisas. Un análisis similar se aplica a los insumos del proyecto. Por ejemplo, las habas de soya producidas internamente, que se podrían usar como productos intermedios o se podrían consumir, también se podrían exportar.

Una de las dificultades principales en la aplicación de la metodología L-M se vincula con la valuación de los bienes no comerciables y el trabajo a "precios de frontera". Muchos bienes, por su propia naturaleza, no son comerciables (por ejemplo, la tierra).

Otros bienes no se encuentran en el comercio porque cuesta mucho transportarlos. Por ejemplo, aunque la electricidad se puede exportar de un país a otro, las pérdidas de transmisión sobre largas distancias encarecen grandemente su precio. Por lo tanto, el comercio de electricidad sólo es factible entre países vecinos y a lo largo de fronteras. El agua potable plantea un problema análogo. A todos los efectos prácticos, estos bienes no son comerciables y, por ende, no les son directamente aplicables los precios "de frontera".

Tradicionalmente, los bienes comerciables se han valuado en términos de los precios internos, utilizando un tipo cambiario de cuenta. Como los proyectos por lo común utilizan o producen bienes comerciables, siempre existe el problema de determinar el tipo cambiario de cuenta apropiado. Aunque el proyecto no use o produzca bienes comerciables, acaso sea necesario compararlo con otros proyectos que producen divisas. La solución del método L-M a este problema es convertir todos los precios a equivalentes de divisas.

La conversión L-M se basa en el principio macroeconómico de contabilizar el ingreso nacional a costo de factores. Este principio determina que el precio de un bien se puede dividir en varias partes y que las partes se pueden subdividir una y otra vez hasta que el valor total del bien se puede expresar en términos de

\* Véase 4, página 145.

tres factores: valor agregado, renta de la tierra e importaciones. El valor agregado se refiere a los pagos de ingreso recibidos por los trabajadores, gerentes y empresarios. La renta de la tierra se refiere al valor productivo de los recursos naturales (tierra, minerales, etc.). Las importaciones son reflejadas directamente por el costo del producto.

En consecuencia, el método L-M valúa los bienes no comerciables mediante la valuación de los factores que los producen: insumos comerciables y trabajo. Los insumos comerciables se valúan directamente a precios de frontera. Los insumos de trabajo se valúan utilizando el salario de cuenta. La tierra se valúa con el "factor estándar de conversión" (del que hablaremos más adelante). Los insumos no comerciables se dividen en sus factores de producción: insumos comerciables, trabajo e insumos no comerciables. El proceso se repite hasta que todos los insumos no comerciables se valúan en términos de trabajo y bienes comerciables. Finalmente, todo insumo o producto "se puede convertir a todos los demás y, en particular, las divisas que son el patrón que sirve para determinar el valor de los productos".

A fin de determinar los valores apropiados, se utilizan precios sombra o de cuenta. Por ejemplo, el salario de cuenta refleja varios objetivos gubernamentales mediante la siguiente ecuación, que se utiliza para atribuir un valor a los insumos de trabajo.

$$SC = c^1 - \frac{l}{s} (c - m), \text{ donde:}$$

$c^1$  = recursos adicionales destinados al consumo

$c$  = consumo del asalariado

$m$  = productividad marginal del asalariado

$s$  = valor del ingreso público no comprometido medido en términos del consumo comprometido mediante el empleo

$l$  = valor de los recursos no comprometidos.

Una de las principales preguntas que se formulan cuando se quiere estimar el salario de cuenta es la siguiente: "¿Excederá la producción neta de los trabajadores al consumo adicional generado, de modo que el incremento del consumo no disminuya el ingreso público no comprometido?". Esto, naturalmente, tiene que ver con la idea de que se debe preferir el ingreso público no comprometido (en el método L-M).

Un problema que se presenta al estimar el SC es que "casi siempre hay distintos bienes y servicios no comerciables en  $c^1$ ,  $c$  y  $m$ . En el caso de estos últimos, los estimados de los precios de cuenta (PC) dependen de estimados previos del SC".\*\* El método L-M sugiere que "a) se formule una conjetura inicial plausible del SC a fin de estimar los PC pertinentes, o b) que se estimen los PC de los bienes no comerciables en términos de un SC desconocido,  $w$ , de modo que el miembro derecho de la ecuación anterior depende de  $w$  y se pueda resolver la ecuación a fin de determinar el valor de  $w$ ". L-M modifican este argumento recomendando la estimación de un factor singular de conversión de salarios para el factor organizado.

$$k = \frac{SC}{\text{salario de mercado,}}$$

que se aplicará a todos los salarios del trabajo no calificado a fin de convertirlos a salarios de cuenta.\*\*\*

\* Véase 2.

\*\* Véase 4, página 271

\*\*\* Véase 9, página 272

En el caso del sector rural, L-M recomiendan un procedimiento a fin de examinar la producción agrícola total y la dimensión de la fuerza de trabajo, con el objeto de estimar la productividad media del trabajo agrícola. Como aproximación ésta se puede dividir por dos y considerarse como un estimado de la productividad marginal. Aunque este procedimiento da una idea del salario de cuenta en las actividades rurales productivas, L-M indican que debe tratarse de formular estimados más perfectos. En la práctica, el enfoque precedente se podría refinar en el ámbito regional o acaso en función del mercado de trabajo real de la zona de influencia del proyecto.

L-M recomiendan el uso de factores de conversión, esto es, factores estándar de conversión (construcción, electricidad, etc.) cuando "los costos de la partida son pequeños o no se conocen datos desagregados en sus distintos componentes". El factor estándar de conversión es la inversa de un tipo cambiario normal de cuenta y refleja una relación "media" de precios en divisas/precios internos para un conjunto de productos.

En la práctica, estos factores de conversión se usan en lugar de un procedimiento en virtud del cual se desagregarían todos los bienes no comerciables en sus componentes hasta remontarse al trabajo y bienes comerciables. Por lo tanto, el método L-M plantea los mismos problemas de comparación de costos internos y en divisas que se observan en los sistemas tradicionales de precios de cuenta.

L-M recomiendan, también, que a los aumentos de ingreso de los beneficiarios de distintos niveles de ingreso se les imputen ponderaciones relativas, considerándose como costo (esto es, ponderación negativa) la porción que corresponde a los perceptores de alto ingreso, en cambio, en el caso de los beneficiarios pobres su proporción se ponderaría en valores superiores a la unidad. Naturalmente, la dimensión relativa de las ponderaciones dependerá de que el país esté más interesado en el crecimiento o una distribución más equitativa del ingreso. La dificultad de determinar las respectivas ponderaciones en distribución es análoga a la que se plantea en el método de la ONUDI. ¿Qué juicio de valor se debe utilizar? ¿Debe el ingreso social adicional no comprometido imputarse al consumo presente o a la inversión?

## 6. EL ANALISIS ECONOMICO DE VAN DER TAK-SQUIRE

Como resultado de las deliberaciones de los economistas sobre los métodos L-M y ONUDI, el BIRF ha preparado un proyecto de recomendaciones.\* Van Der Tak-Squire (VTS) han formulado un sistema alternativo de evaluación de proyectos que incorpora "los efectos de los proyectos sobre la distribución del ingreso, las rentas del gobierno o el ahorro". De este modo, se pueden calcular tasas "sociales" de rentabilidad.

Este método contiene muchos elementos comunes a los métodos L-M y ONUDI.

En la fijación de precios de cuenta utilizan, como numerario, el valor de los recursos reales libremente disponibles para el sector público en términos de moneda convertible (esto es, el numerario del sistema L-M, denominado en la moneda nacional).

El procedimiento VTS valúa los proyectos en términos de tres objetivos: eficiencia, crecimiento y equidad. Siguen el método convencional de realizar primero un análisis de eficiencia y luego ajustar, en caso necesario, las corrientes de costos y beneficios de proyecto con coeficientes o ponderaciones que representan los efectos del proyecto sobre el ahorro y la distribución del ingreso diferenciales.

En la práctica, esto da lugar a una estimación de distintos valores para el ingreso del proyecto según el beneficiario. El ingreso diferencial lleva un valor más elevado si es recibido por el gobierno o los sectores pobres. Recibe, en cambio, un valor inferior si es recibido por los perceptores de alto ingreso. Se lo valúa en la unidad cuando es recibido por un beneficiario en el "nivel crítico de consumo". El ingreso diferencial

---

\* Véase 5.

del gobierno lleva gran valor porque se parte de la hipótesis de que el ingreso fiscal "no asignado" se usará primordialmente con destino a la infraestructura productiva.\* Por lo tanto, darle una ponderación más elevada presumiblemente aumentará la tasa de crecimiento. A fin de reflejar el valor del ingreso fiscal diferencial en relación con el ingreso privado, se calcula una ponderación para el ingreso público marginal ( $v$ ):

$$v = W_g / W_c; \text{ donde}$$

$W_g$  = son las divisas libres

$W_c$  = es el aumento marginal del consumo a precios internos a un consumidor de nivel medio.

Por lo tanto, un aumento marginal del consumo, a precios internos, para una persona que se encuentra en el nivel medio de consumo equivale a  $1/v$  unidades del numerario.\*\*

Las ponderaciones específicas de distribución del ingreso,  $d$ , que se aplican al ingreso percibido por los distintos grupos se definen del siguiente modo:

$$d = W_c / W_c', \text{ donde}$$

$W_c$  = es el valor del aumento marginal del consumo del sector privado medido a precios internos en términos del numerario, y

$W_c'$  = tiene la misma definición antedicha.

"En consecuencia, el aumento marginal del consumo, a precios internos, que percibe una persona que disfruta de un nivel de consumo representado por  $c$ , vale  $d$  veces el aumento marginal del consumo, a precios internos, de que disfruta alguien al nivel medio de consumo":\*\*En consecuencia, el valor de un aumento marginal en el consumo del sector privado, medido a precios internos, en términos del numerario  $w$  es:

$$w = W_c / W_g = W_c / W_c' \times W_c' / W_g$$

o

$$w = d \times \frac{1}{v}$$

El ingreso público se puede valorar más o menos, según la importancia relativa que se atribuya al crecimiento o la equidad. A un determinado nivel de ingreso, el valor del ingreso público y el ingreso privado es igual. En la mayor parte de las economías en desarrollo, esto ocurrirá a niveles de ingreso inferiores al "nivel crítico de consumo" y el ingreso público es más valioso que el ingreso privado que reciben los beneficiarios con ingresos superiores al "nivel crítico de consumo".

\* Naturalmente, esta hipótesis queda sujeta a confirmación empírica en cada economía particular.

\*\* Véase 5, página 71.

\*\*\* Véase 5, página 71.



## 7. OTROS TIPOS DE ANALISIS DE OBJETIVOS MULTIPLES

### a. Consejo de Recursos Hidráulicos

En los Estados Unidos, el Cuerpo de Ingenieros del Ejército, a mediados de los años 30, comenzó a examinar el impacto de sus proyectos sobre los beneficiarios potenciales en términos de los cambios en los niveles de ingreso y costos.

Como resultado de recientes disposiciones legislativas federales, el Consejo de Recursos Hidráulicos (CRH) ha formulado procedimientos para evaluar proyectos en el contexto de cuatro objetivos fundamentales: 1) la eficiencia económica nacional, 2) el desarrollo económico regional, 3) la calidad del ambiente y 4) el bienestar social. Para cada uno de estos objetivos se establece una cuenta y el impacto del proyecto sobre cada objetivo se asienta en la cuenta respectiva. Se indican equivalentes monetarios sólo cuando dichos impactos se pueden valorar directamente. Por ejemplo, en la cuenta de calidad del ambiente, una reducción de la sedimentación se mide en partes por millón, en cambio, en la cuenta de eficiencia nacional, la reducción de la sedimentación se refleja en un menor costo de mantenimiento del sistema de riego. Como estas cuentas no se suman, esta doble enumeración aparente carece, en verdad, del impacto cuantitativo.

Las pautas del CRH recomiendan preparar cinco alternativas para cada proyecto, una para maximizar cada objetivo y un plan "óptimo" que se recomienda a la autoridad con el carácter de plan más perfecto. La autoridad puede, pues, comparar cada alternativa en términos de las "oportunidades sacrificadas" y o bien seleccionar uno de los planes, o rechazarlos todos, a fin de que sean reformulados antes de adoptar una decisión definitiva.

Este procedimiento es muy costoso en términos de recursos humanos y tiempo. Además, adolece del defecto de que no todos los precios y ponderaciones están determinados a priori, lo que obliga a preparar las distintas alternativas que, a su vez, ponen a las autoridades en la necesidad de determinar las ponderaciones que se deben atribuir a las diferentes alternativas.

### b. Programación por Objetivos

Las pautas del CRH son similares, en muchos aspectos, a lo que se denomina programación por objetivos (PO). Esta técnica da por sentado un conjunto de macroobjetivos y macrorestricciones y minimiza las desviaciones pertinentes de los objetivos considerados por el gobierno en su plan de desarrollo. La clasificación de los objetivos se realiza mediante la imputación de ponderaciones a las variables en términos de los objetivos de gobierno tales como 1) mejorar el ingreso nacional, 2) alcanzar un nivel determinado de empleo adicional, 3) mantener los pagos en divisas en un nivel especificado y 4) realizar las inversiones de máximo valor actual neto.

Esencialmente, la PO no es una técnica de evaluación de proyectos, sino de presupuestación de capital una vez que los proyectos individuales han llegado a la etapa final de preparación y se han valuado satisfactoriamente sus corrientes de costos y beneficios. Su debilidad radica en que depende fundamentalmente de que las autoridades políticas formulen explícitamente sus preferencias respecto de distintos objetivos nacionales. (Por lo tanto, estas ponderaciones reflejan preferencias subjetivas, más que normas de decisión basadas en criterios económicos.) La diferencia entre este procedimiento de ponderación y el sistema de la ONUDI es que en la PO las ponderaciones se determinan apriorísticamente.

## 8. SINTESIS Y CONCLUSIONES

De los distintos métodos examinados, el análisis de eficiencia es el más sencillo y de más fácil aplicación. El método de eficiencia, conjugado con los métodos de distribución del ingreso intertemporal e interpersonal, esto es, los métodos L-M, ONUDI y VTS, son más complejos, si bien tratan de aplicar el análisis de costo-beneficio en un marco económico teórico que refleja los problemas sociales más apremiantes de los países en desarrollo. Aunque menos complejos, los demás métodos de objetivos múltiples están más sujetos a las preferencias subjetivas expresadas por las autoridades políticas (y, por lo tanto, ostensiblemente a la función de bienestar de las autoridades políticas electivas).

Aunque no es posible decir categóricamente que un sistema es siempre mejor que los demás, podemos llegar a la conclusión de que, como mínimo, en los proyectos que dependen de la empresa privada (esto es, todos los proyectos agropecuarios) a los fines de su ejecución final, el analista debe siempre comenzar con un análisis financiero desde el punto de vista de la unidad operativa básica, con el fin de determinar la rentabilidad comercial de los proyectos. Estas corrientes de costos y beneficios se pueden ajustar, entonces, en términos de "costos de oportunidad", a fin de llegar a un análisis de eficiencia económica. Para ello se deben calcular los precios de cuenta cuando los mercados no reflejan los costos reales de los recursos.

Dado el nivel y la calidad de analistas de proyectos competentes y experimentados, la disponibilidad de datos y el nivel de conocimientos respecto del grado de distorsión del mercado en la mayor parte de los países, no es posible ahora calcular precios integrados de cuenta de los insumos y productos o parámetros que reflejan la preferencia temporal social y las ponderaciones distributivas.

Sin embargo, en la medida en que es posible realizar el análisis económico de eficiencia y el análisis de eficiencia con inclusión de criterios sociales, convendrá analizar cada proyecto desde el punto de vista de los dos métodos, a fin de determinar el efecto sobre la aceptación o rechazo del proyecto.

Aunque no es posible llegar a la conclusión de cuál método ha de preferirse, parece lógico decir que el sistema más satisfactorio para un país será aquel que los analistas de proyecto, que entiendan claramente la metodología que están usando, apliquen con honestidad y justicia.

## 9. BIBLIOGRAFIA

1. BAUMOL, W.J. *Economic Theory and Operation Analysis*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey, 1972.
2. DASGUPTA, P. "A Comparative Analysis of the UNIDO Guidelines and the OECD Manual" en *Bulletin of the Oxford University of Economics and Statistics*, vol. 34, no. 1, febrero de 1972.
3. HAWKINS, C.A. y ADAMS, R.A. "A Goal Programming Model for Capital Budgeting" en *Financial Management*, primavera de 1974, págs. 52 - 57.
4. LITTLE, I.M.D. y MIRRLEES, J.A. *Project Appraisal and Planning for Developing Countries*, Basic Books, Inc. Nueva York, 1974, pág. 145 y sig.
5. VAN DER TAK, H.G. y SQUIRE, L. *Economic Analysis of Projects*, Bank Staff Working Paper no. 194, BIRF, febrero de 1975.
6. ONUDI, *Pautas para la Evaluación de Proyectos*, Naciones Unidas, 1972.
7. Departamento del Interior de los Estados Unidos. *Guidelines for Implementing Principles and Standards for Multiobjective Planning of Water Resources*, Washington, D.C., 1972.

## B. COMENTARIOS

**1. Ceferino Rodríguez** — De lo expuesto por el Dr. Alfred Thieme, se pueden extraer algunos elementos de reflexión:

Primero, el grado de aplicación práctica de los métodos de evaluación social es todavía restringido por las limitaciones de información y nivel de capacitación de recursos humanos, en elaboración y análisis de proyectos. Sería interesante que el Dr. Thieme informe a los participantes respecto a las experiencias de aplicación de los diferentes métodos expuestos en su presentación.

Segundo, es necesario implementar mecanismos de evaluación que permitan una aplicación sistemática de los criterios de evaluación contenidos en los diferentes métodos. En este sentido quisiera plantear ante los señores participantes algunas ideas que se hallan basadas, fundamentalmente, en la experiencia vivida en Paraguay, en un esfuerzo por implementar un sistema nacional de proyectos, que tiene como objetivo básico contribuir al mejoramiento de la asignación de los recursos disponibles, especialmente los recursos públicos.

En primer lugar, se observa que existe una escasez, casi ausencia, de proyectos agropecuarios, lo que de partida significa un gran factor limitante para desarrollar un sistema de evaluación. Esto hace pensar que el esfuerzo inicial debe concentrarse en la generación de proyectos bien elaborados que den lugar a la comparación de alternativas de inversión. Para ello será indispensable contar con un buen mecanismo de evaluación.

En segundo lugar, pienso que para lograr ésto es importante el fortalecimiento de los mecanismos de pre-inversión que permitan a los países contar con capacidad técnica y financiera para generar proyectos, y dar continuidad y/o acelerar el adiestramiento de personal nacional en aspectos de elaboración y evaluación de proyectos. En este último aspecto, el IICA en su programa conjunto con el BID está realizando una labor muy significativa a través de los programas de adiestramiento que actualmente vienen desarrollándose en varios países. La capacitación es más válida e importante para los países de menor desarrollo relativo.

Finalmente, deseo agregar algunos comentarios más que pueden influir sobre nuestra capacidad de generar buenos proyectos:

- Cada país debería hacer un esfuerzo para identificar los criterios de análisis que más satisfacen los intereses nacionales. Los criterios indicados por organismos internacionales deben servir de marco de referencia. Sin embargo, esto no significa una necesidad de sumisión estricta de los países a estos criterios.
- Es importante desarrollar la capacidad de consultoría privada nacional que muchas veces tiene más conocimiento de la realidad nacional que la consultoría externa.
- Es importante generar proyectos que sumados superen la capacidad de financiación, al efecto de poder elegir los mejores.
- Es importante el intercambio de experiencia entre los países respecto a estos mecanismos de generación y evaluación de proyectos.

**2. Alfred Thieme** — En complemento a mi exposición quisiera agregar una fuente de referencia sobre un esquema de análisis comparativo. Se trata del trabajo de De Pak Lal, *Methods of Project Analysis: A Survey*. John Hopkins Univ. Press, 1972. En este estudio hay abundante análisis de precios de cuenta de mano de obra y de divisas y se demuestra que cuando se comparan diferentes métodos de evaluación con buenos criterios de valuación, no es significativamente diferente el resultado de jerarquización de proyectos.

Lo que se busca enfatizar en los esquemas presentados anteriormente es la evaluación en relación a otros objetivos que no son apenas de eficiencia, especialmente en relación a los objetivos de crecimiento, de equidad y de distribución.

Desde el punto de vista de los objetivos de desarrollo, lo importante es no tomar solamente los Beneficios Comerciales. Para analizar aquellos aspectos más amplios del proceso de desarrollo es fundamental considerar los parámetros nacionales que identifican los objetivos fundamentales del desarrollo. Para este propósito el BID y el IICA están haciendo intentos para enseñar la aplicación de estos conceptos relacionados con la evaluación.

En una primera etapa, es quizás más importante que el uso de modelos complejos de evaluación, la definición precisa de lo que constituyen Beneficios y Costos en los proyectos de inversión.

**3. Martín Piñeiro** — Quiero preguntar al conferencista si en la propuesta de Little-Mirrlees, la evaluación de bienes y servicios del proyecto a precios de frontera significa introducir el concepto de libre comercio.

**4. Alfred Thieme** — El esquema Little-Mirrlees no considera el libre comercio, sí considera los precios eliminando las barreras. La diferencia está en considerar los precios ajustados al precio internacional y el ajuste del costo de oportunidad de insumos.

**5. Martín Piñeiro** — En este caso, en qué difiere entonces del método tradicional de valuación?

**6. Alfred Thieme** — Primero ajuste de tarifas marginales o promedio, y segundo ajuste de los costos de oportunidades de los insumos.

**7. Martín Piñeiro** — Cualquiera de los criterios que se usen para evaluación siguen siendo económicos. Si bien, no hay porqué dejar de considerar la eficiencia, deseo enfatizar que los objetivos de los gobiernos son personales e ideológicos.

El análisis económico puede ser tan puro e independiente del objetivo personal como se desee, aunque se persiga distribuir el ingreso.

**8. Alfred Thieme** — El efecto sobre el Bienestar Social siguiendo objetivos que no observen criterios de la teoría de asignación de recursos induce a distorsiones.

**9. Arnaldo Veras** — Deseo hacer una acotación que se relaciona con la observación del Dr. Piñeiro respecto al enfoque social de análisis y a la distribución del ingreso.

Los métodos de análisis que buscan introducir el efecto de la distribución del ingreso han tratado, hasta el momento, de incorporar ponderaciones diferenciadas para los diferentes apropiadores del ingreso generado en los proyectos, reconociendo una ponderación favorable para los segmentos de beneficiarios de más bajos ingresos. Este criterio significa a priori reconocer que para justificar socialmente los proyectos, es necesario compensar las parcelas de beneficios que son captadas por los beneficiarios de bajos ingresos. Este enfoque induce a un supuesto de que distribuir ingreso afecta negativamente la eficiencia de la inversión. Me pregunto:

- Será correcto considerar especialmente en los proyectos agrícolas, que la distribución de ingreso afecta negativamente la eficiencia?
- Quién ha medido ya los efectos inductivos de la distribución del ingreso sobre el sector y los demás sectores de la economía?
- Además, será tan importante usar ponderaciones subjetivas para ponderar diferenciadamente el objetivo de la distribución de ingreso, al efecto de lograr elevados índices de rentabilidad social afectados por dichas ponderaciones?
- No sería lo fundamental considerar la distribución del ingreso como una cuestión de justicia social, considerando eventuales costos sociales, si los hay?
- Dentro de esta óptica no importaría más el esfuerzo metodológico para determinar, sin ponderaciones diferenciadas, cuál es el costo o beneficio real de la distribución del ingreso?

**10. Alfred Thieme** — El Banco Mundial está tratando de incorporar la distribución intertemporal de la tasa social de descuento y la distribución del ingreso para ver si afecta la eficiencia relativa de los proyectos.

El esfuerzo de mejorar la evaluación de los proyectos implica mejorar la calidad y el tipo de información que se utiliza para valoración de los proyectos. El Banco Interamericano de Desarrollo, está trabajando en estimaciones de parámetros nacionales, tales como: Tasa Social de Descuento, Costo de Oportunidad de Divisas y Costo de Oportunidad de Mano de Obra. Pregunto si existe interés de los representantes de las oficinas de planeamiento de los países aquí presentes en formar equipos nacionales para trabajar en estos temas.

**11. Arnaldo Veras** — Quizás valga la pena, ya que el Seminario está orientado también a investigadores, llamar la atención hacia un tipo de información importantísima para la formulación de proyectos, la información de insumo-producto resultante del proceso tecnológico de producción.

Aquí hay un campo de integración entre diferentes especialidades que necesariamente necesita ampliarse a través de mecanismos que aseguren un esfuerzo conjunto de especialistas en investigación, asistencia técnica y extensión, y de los productores. Este esfuerzo estaría orientado a generar los ajustes que requiere la información tecnológica generada a nivel ideal de parcela experimental para transformarse en datos razonablemente asociables al resultado de los sistemas de producción relacionados con el medio ambiente a que están sometidas las unidades de producción.

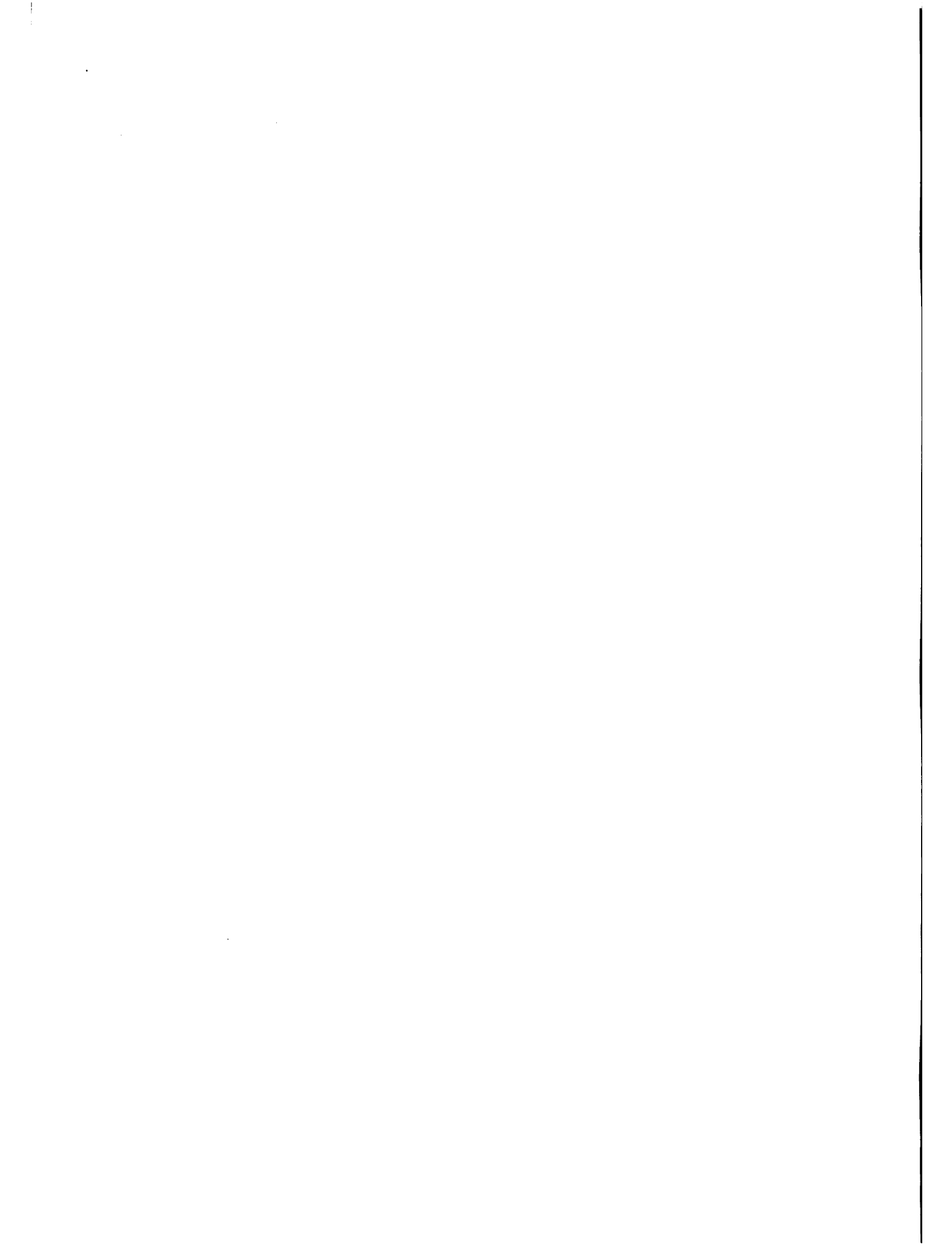
Una de las formas de obtención de estos datos es a través de identificación y tests de sistemas de producción. Otra forma más precaria es a través de consultas y discusiones en equipos interdisciplinarios y/o a través de la combinación de las dos formas.

Me parece que la información de insumo-producto en los sistemas de producción, es tan importante como las demás informaciones antes referidas por el Dr. Thieme, en relación a los parámetros nacionales. De la calidad de las primeras informaciones dependerán las demás estimaciones de los proyectos.

Aprovechando la presencia de especialistas de diferentes especialidades vinculadas a la generación de estas informaciones, juzgo oportuno enfatizar la necesidad de generar en los países condiciones para sistematizar mecanismos generadores de informaciones confiables sobre insumo-producto al nivel de las unidades de producción.

## **CAPITULO II**

**INTRODUCCION A LOS PROBLEMAS ESPECIFICOS  
QUE PLANTEA LA EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION**





## II. INTRODUCCION A LOS PROBLEMAS ESPECIFICOS QUE PLANTEA LA EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION\*

Roberto J. Casás Bernadá \*\*

### A. CONFERENCIA

#### 1. INTRODUCCION

Durante los últimos veinte años mucho se ha escrito sobre el carácter económico de la investigación científica y tecnológica; considerada de esta forma, su producto, aportes en el conocimiento e innovaciones tecnológicas, pueden ser tomados como una clase particular de insumo a ser utilizado en el proceso de producción. A su vez es reconocido el aporte que realiza la investigación al desarrollo y crecimiento económico de un país. Por estos motivos, especialmente durante los últimos diez años, muchos economistas han dirigido sus trabajos a la evaluación de proyectos de investigación.

Dadas las características de la investigación científica y tecnológica, la evaluación de proyectos de este tipo presenta problemas que no se encuentran en la evaluación de otros tipos de inversión.

El objetivo de este trabajo es tratar de determinar cuales son los problemas específicos que afectan la evaluación de proyectos de inversión en investigación agropecuaria (investigación aplicada), y en lo posible dar recomendaciones de como encarar estos problemas.

El trabajo realizado se presenta en cuatro partes; en la primera se encuentra una revisión bibliográfica sobre el tema, que no pretende ser exhaustiva. Pero sí presentar como ha evolucionado la evaluación de proyectos de investigación desde los primeros estudios, que evaluaban la rentabilidad, hasta los trabajos que van más allá, y tratan de analizar las consecuencias que trae consigo una innovación tecnológica sobre el sistema económico y social. La segunda parte pretende ser un resumen de la metodología y enfoques utilizados, sin llegar a tratar los fundamentos teóricos en que se basan los mismos. En la tercera parte se trata de determinar los problemas específicos que se presentan en la bibliografía revisada. Por último, en la cuarta parte se presentan las conclusiones y algunas reflexiones respecto a la evaluación de proyectos de investigación agropecuaria en países como el nuestro, en los cuales este tema es de muy reciente difusión.

#### 2. RESUMEN BIBLIOGRAFICO

Se puede considerar que uno de los primeros trabajos de evaluación de la investigación agropecuaria es el de Schultz (20), a principios de la década de 1950. Dadas las características de la investigación y del sector agropecuario de U. S. A. en la primera mitad del siglo, considera que una evaluación aproximada de los beneficios de la investigación agropecuaria, puede ser estimada en base al ahorro de insumos logrado en el proceso productivo.

Considerando la producción agropecuaria de U. S. A. y la tecnología disponible en el año 1950, y los insumos requeridos para lograr ese nivel de producción de acuerdo a las tecnologías disponibles en 1910 y

---

\* Las ideas u opiniones vertidas en la presente exposición son responsabilidad exclusiva del autor y no comprometen la institución a la que pertenece.

\*\* Ing. Agr., Encargado del Proyecto de Economía Agrícola, Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", DGIATA, Montevideo, Uruguay.

1940, llega a la conclusión de que el ahorro de insumos, ocasionado por la investigación, osciló entre 3.7% - 18.5 % (respecto a la tecnología disponible en 1940) y entre 32 % - 54 % (respecto a la tecnología disponible en 1910). El ahorro de insumos logrado es mucho mayor que los gastos federales y estatales de investigación y divulgación realizados en el período 1910 - 1950. Griliches (13), en base a esta información proporcionada por el trabajo de Schultz, estima una tasa de beneficio anual de 35 - 170 % por dólar gastado en investigación agrícola en el período 1937 - 51. Hace notar a su vez, que los gastos están sobrestimados, al igual que los beneficios, ya que no considera los gastos de la investigación privada y la diferencia de nivel cultural entre los productores de 1910 y 1950. De todas formas, considera que los beneficios son tan altos, que sin duda existía una subinversión en la investigación agropecuaria.

A mediados de la década de 1950, el trabajo de Griliches (13), marca una etapa importante no solamente por los resultados alcanzados, sino también por la metodología utilizada que será aplicada en la gran mayoría de los trabajos posteriores. Utiliza el análisis de costos y beneficios, comparando el valor presente de los beneficios esperados y el de los costos realizados en la investigación que dió como producto el maíz híbrido. Los costos los obtuvo en base a la información brindada por organismos de investigación públicos y privados. La estimación de los beneficios se realizó en base a los conceptos de excedente del productor y consumidor. En base a esta información obtuvo una tasa de beneficio anual del 700 % y una tasa interna de retorno (TIR), entre 35 - 40 % como resultado de la evaluación social de la inversión realizada en investigación para obtener el maíz híbrido.

El mismo enfoque utiliza para evaluar las inversiones en investigación en sorgo híbrido y obtiene una tasa de beneficio anual aproximado de 400 %

Peterson (16) utiliza dos enfoques para estimar los retornos de las inversiones en investigación en avicultura; el primero similar al de Griliches, mientras que el segundo consiste en el ajuste de una función de producción Cobb - Douglas, en la que se incluye como variable independiente los gastos realizados en investigación en avicultura, estimando su producto marginal.

En el primer enfoque incluye los gastos de extensión lo que disminuye la tasa interna de retorno en un 3 %. Los valores hallados para la TIR, teniendo en cuenta gastos de investigación y extensión, se encuentran entre 14 - 18 %, aumentando a 17 - 21 % cuando sólo se considera investigación. Peterson aquí considera que la TIR no presenta todos los beneficios de la investigación, que debería ser más alta. Por otra parte, utilizando el enfoque de función de producción el retorno a la investigación en avicultura fue aproximadamente 20 - 30 % por año.

Evenson (11) utiliza también la técnica de ajuste de funciones de producción, utilizando series de tiempo para USA y corte transversal a nivel de estado. De esta forma determina el tiempo de maduración de las inversiones en investigación agropecuaria y sus efectos sobre la producción. Considera por último que para efectos de políticas de inversión de fondos públicos en investigación y extensión, es necesario tener en cuenta los costos sociales provocados por el cambio tecnológico inducidos por estas políticas.

Vemos en el trabajo de Evenson, no sólo la preocupación de determinar la rentabilidad económica de las inversiones en la investigación, sino también qué efectos puede traer sobre la sociedad el resultado de la investigación. Griliches (12) y Peterson (15) también lo indican, al notar que este tipo de inversiones generan beneficios que difícilmente se miden en unidades monetarias.

El trabajo de Schmitz y Seckler (19) considera además de retornos económicos, los aspectos sociales de la invención y desarrollo de la cosechadora mecánica de tomates. Utilizando un enfoque similar al de Griliches y al de Peterson, estiman las tasas sociales brutas y netas de retorno de las inversiones realizadas para la obtención de dicha innovación tecnológica. Consideran el desplazamiento de mano de obra y la pérdida de salarios debido a la adopción de la cosechadora mecánica. Introducen la necesidad de compensar a los grupos que han resultado desfavorecidos por la innovación, de forma de mantener y/o incrementar el nivel de bienestar social. Esto trae como consecuencia la utilización de valoraciones subjetivas de la función de utilidad individual, que no entran en el ánimo de este trabajo.

La tasa social neta de retorno, la obtienen restando a la bruta el monto de las compensaciones, y de acuerdo a la variación del mismo, la tasa alcanza valores desde 1.282 % a -8 %.

Anderson (4) y Dillon (9), consideran que los objetivos de la investigación son la eficiencia económica y el bienestar social; por otra parte estiman que sus beneficios son difíciles de medir debido a las externalidades que trae como consecuencia un hallazgo en investigación.

Siguiendo esta línea de trabajo, Hurtado y Piñeiro (15), estiman la rentabilidad potencial de la investigación ganadera en Argentina. Utilizan el mismo marco conceptual que Griliches (13), Peterson (16), Schmitz y Seckler (19), pero con un importante aporte ya que estiman una oferta potencial por medio de programación lineal. De forma de evaluar los beneficios de la investigación, sin las interferencias que pueden provocar aspectos de extensión, divulgación y adopción de la nueva tecnología. Consideran como un aspecto relevante la distribución de los beneficios, entre productores y consumidores, de la investigación, que tiene serias implicancias en la distribución del ingreso y como consecuencia de esto sobre la distribución del poder dentro de la Sociedad.

Ayer y Schuh (7), estudiaron la rentabilidad de la investigación en variedades de algodón en São Paulo, Brasil, y los efectos que ocasionó sobre las exportaciones, precios y cantidad de ropa de algodón en el mercado interno, distribución de beneficios entre productores y consumidores y entre factores de producción (tierra y trabajo). El marco teórico similar al de los trabajos de Griliches (13) y Peterson (16), utilizando el concepto de excedente del consumidor y productor. La tasa interna de retorno obtenida es muy alta, alcanza a 89 %; además de los efectos positivos (en cantidad y calidad de fibra) causados sobre la exportación de este producto, disminución de los precios internos e incremento de la oferta interna de la ropa de algodón. Por otra parte los productores captaron el 60 % de los beneficios sociales, mientras que los consumidores el restante 40 %. Con respecto a la distribución entre factores de producción, sólo fue posible un análisis cualitativo debido a la falta de información básica; pero el factor tierra y sus propietarios acumularon la mayor parte de los beneficios debido al incremento de la productividad de la misma. El factor trabajo se vio beneficiado por los empleos adicionales creados, pues dadas las condiciones de oferta del trabajo, el aumento de productividad no se vio reflejado en un incremento de Salarios.

Codevilla Severo, Gastal y otros (8), presentan un trabajo muy interesante; utilizando el análisis de beneficios y costos para prever el posible impacto sobre el sistema económico y social de la adopción del sistema de producción de ovinos y bovinos, resultado de las investigaciones realizadas en la Estación Experimental Cinco Cruces de Bagé (Rio Grande do Sul, Brasil). Analizan los efectos de la investigación, utilizando un establecimiento tipo (módulo) que expanden a la región de influencia de dicha Estación Experimental. Estudian los efectos que se producirán, en el mercado de trabajo, bienes de capital, insumos tecnológicos, necesidades de crédito, capacitación de técnicos, productores y trabajadores, investigación, aspectos de políticas económicas (precios y comercialización, salarios, tributación, estructura agraria), incremento de producción y costos; llegando a obtener una relación beneficios/costos de 1,30 y una tasa interna de retorno de 13,6 %, considerando una tasa de descuentos del 10 %.

Utilizando el marco teórico de Griliches (13), y Peterson (16), Ardila y Hertford (6) analizan la rentabilidad social de las inversiones de investigación de arroz en Colombia.

Uno de los objetivos de su trabajo, además de determinar la rentabilidad, es analizar la distribución de los beneficios entre productores y consumidores. Los resultados obtenidos indican una alta rentabilidad de las inversiones (TIR = 53 %), e indican que los productores acumularon del 87 - 92 % de los beneficios sociales debido a las características de la demanda de arroz. Consideran, además la necesidad de incorporar al análisis la distribución de los beneficios entre factores de la producción, dados los efectos sobre la distribución del ingreso y la concentración de la propiedad de los recursos productivos en los países en desarrollo.

Por último Akino y Hayami (3) estiman la rentabilidad social y la distribución de los beneficios de las inversiones en mejoramiento de las variedades de arroz en Japón. El enfoque que siguen es similar al de Griliches (13), Peterson (16), Ayer y Schuh (7), y Schmitz y Seckler (19). Consideran el caso de autarquía

y el de economía abierta, además de tomar dos períodos en el desarrollo de la investigación en arroz en Japón, marcados por una reorganización institucional de la investigación. La rentabilidad social obtenida es alta, medida a través de una tasa interna de retorno del orden del 27 % para el período anterior a la reorganización institucional, y del orden del 75 % para el período posterior.

La distribución de los beneficios en el caso de autarquía, indica que los únicos beneficiarios son los consumidores, debido a la baja elasticidad-precio de la demanda del arroz. En el caso de economía abierta, los productores son los que acumulan los beneficios de la investigación, mientras los consumidores mantienen su nivel de bienestar. Los autores hacen notar que los casos analizados son extremos y que la realidad se encuentra entre ambos.

Los autores resaltan la necesidad de organizar la investigación para lograr una eficiente utilización de los recursos (materiales y humanos), generalmente escasos en los países de bajos ingresos. Indican también el importante papel que puede jugar en el crecimiento y desarrollo económico de un país, como sistema de transferencia de ingresos del sector agrícola a otros sectores. Por último, con respecto a la distribución de los beneficios, consideran que una forma conveniente de financiar la investigación, es con fondos provenientes de los grupos que capturan la mayor parte o todos los beneficios de esta actividad.

### 3. RESUMEN METODOLOGICO

La metodología utilizada en la evaluación de inversiones en investigación agropecuaria, fue generalmente la aplicada en la evaluación de proyectos de inversión, el análisis de costos y beneficios. Los criterios de evaluación fueron relación beneficio/costo, tasa externa de retorno, tasa interna de retorno (TIR). El concepto de excedente del consumidor y del productor fue también aplicado en la generalidad de los trabajos revisados, para estimar los beneficios sociales a través del desplazamiento de la curva oferta hacia la derecha, debido al incremento de producción.

En la estimación de las curvas de oferta y en la del factor desplazador de las mismas, es donde se han utilizado diferentes técnicas: Hurtado y Piñeiro (15) aplicaron programación lineal para obtener la función de oferta potencial, Peterson (16) utilizó números índices, de precios de productos e insumos ponderados por sus participaciones relativas en el proceso de producción. Ayer y Schuh (6) utilizan las diferencias de rendimientos entre las variedades mejoradas y no mejoradas, al igual que Griliches (13). Ardila y Hertford utilizan el mismo método que Griliches, Ayer y Schuh, pero además realizan otra estimación del factor desplazador de la función de oferta a través del ajuste de funciones de producción, lo que les permite separar el efecto variedad del efecto ocasionado por la aplicación de mejores prácticas culturales. Akino y Hayami (3) utilizan también la diferencia en rendimiento entre variedades mejoradas y no mejoradas.

En general se considera útil y aplicable la metodología utilizada en la evaluación de inversiones en investigación agrícola. Pero, a su vez tiene sus limitantes como indican Hurtado y Piñeiro (15), Schmitz y Seckler (19), ya que se evalúan no todos los beneficios de la investigación y no toma en consideración los efectos secundarios sobre el sistema económico y social, tampoco considera externalidades ni beneficios inconmensurables. Esto sin entrar a discutir los supuestos sobre los que se basa el excedente del consumidor. Por otra parte, los beneficios no apropiados por la organización de investigación traen dificultades metodológicas y operacionales para elaborar un criterio eficiente de asignación de recursos, Tichenor y Ruttan (22).

Debido a estas razones, algunos países han elaborado sistemas de evaluación (que aunque no resuelven todas estas limitantes consideran algunas), en los cuales la rentabilidad es sólo un criterio dentro del sistema de evaluación, tal es el caso de U. S. A., Fedkiw y Hjort (12) y Schumway (21), Tichenor y Ruttan, (22).

A su vez, otros autores como Andersen y Franklin (1), Auer (2) y Dillon (10), consideran el enfoque de sistemas como una gran ayuda a la evaluación de proyectos de investigación. El uso de computadoras y

de modelos de simulación, permite contemplar todas las alternativas posibles y medir los efectos secundarios de una innovación tecnológica. Por otra parte, Dillon (10), hace notar que este enfoque puede ser usado a diferentes niveles de sofisticación técnica, y que lo importante es la filosofía del enfoque y no la técnica utilizada.

#### 4. PROBLEMAS ESPECIFICOS

Sin duda alguna uno de los principales problemas de la evaluación de proyectos de investigación, es la incertidumbre, Fedkiw y Hjort (12), Prest y Turvey (17), Anderson (4,5), Dillon (9). Es importante, para analizar la influencia de esta variable, determinar si la evaluación se realiza ex-ante o ex-post.

En el caso de evaluaciones ex-ante encontramos la incertidumbre asociada a la identificación y estimación de costos del proyecto, tiempo de maduración de la inversión, éxito o fracaso del proceso de investigación, tiempo que se mantiene la innovación y no es desplazada por otra, y estimación de los beneficios.

El problema de la incertidumbre en la identificación de costos, puede no ser tan grande como el de la evaluación de los mismos. La evaluación es sumamente difícil aunque se hayan identificado los costos, ya que estos variarán con el tiempo necesario para que la investigación llegue a su término. Por otra parte, el tiempo de maduración dependerá de los recursos (materiales y humanos) asignados al proyecto y estado de conocimientos sobre el tema que se investiga. Con respecto al tiempo de maduración, Evenson (10), estimó para U. S. A. un período de siete años, entre la inversión y los efectos sobre la producción, o sea que está midiendo en tiempo utilizado en divulgación y extensión de la innovación. A su vez, el éxito o fracaso de un proyecto de investigación también dependerá entre otros factores, de la calidad y cantidad de recursos asignados.

Por otra parte es necesario conocer durante qué tiempo se mantendrá la innovación produciendo beneficios, de forma de poder evaluar los mismos y el costo de mantención del nivel tecnológico. También es importante tener conocimiento de las probabilidades de adopción de la innovación, ya que en este momento es cuando se materializan los resultados de la investigación; esto por otra parte hace necesario conocer el posible ritmo de adopción y el costo de divulgación y extensión de la innovación.

Con respecto a los beneficios en una evaluación ex-ante, se presentan dificultades en la identificación de los mismos, sobre todo los secundarios y externalidades que se pueden producir; esto traerá dificultades también en la cuantificación de los mismos.

En las evaluaciones ex-post, la incertidumbre disminuye, sobre todo por el lado de los costos, y los aspectos inherentes al proceso de investigación y adopción de la innovación. Pero aún subsiste la incertidumbre por el lado de los beneficios, debido a que el mercado ha sido afectado por la existencia de nuevos insumos y si no se posee buena información del mismo antes de la innovación, la cuantificación de los beneficios no será muy precisa. Por otra parte, tenemos los efectos secundarios y externalidades, que son difíciles de cuantificar, tales como nuevos conocimientos que se acumulan con los ya existentes, determinación de nuevas líneas de investigación, experiencia y prestigio de los investigadores y de los organismos de investigación. También subsiste la incertidumbre del tiempo que se mantendrá vigente la innovación. Esto está relacionado con los beneficios; sobre este aspecto los autores han hecho supuestos basados en información histórica.

Estos problemas o dificultades son debidos a la propia naturaleza del proceso de investigación. También encontramos las dificultades que se presentan en proyectos de inversión de otros tipos, tales como: elección de la tasa de descuento apropiada, imperfecciones del mercado que hacen que los precios no representen los valores sociales de productos e insumos, supuestos en que se basa la metodología de evaluación (utilidad marginal del dinero constante).

Por otra parte, algunos autores indican dificultades con respecto a la disponibilidad de información básica. Esto no es un problema específico, pero que se da con frecuencia en nuestros países; sobre todo en lo que respecta a los costos de investigación, elasticidades de oferta y demanda de productos y factores, como lo hacen notar Ardila y Hertford (6), Ayer y Schuh (7); estos autores realizan análisis de sensibilidad sobre el valor de los parámetros, lo que les permite llegar a conclusiones de importancia respecto a la validez de los mismos. La disponibilidad de información básica es muy importante, ya que su falta puede invalidar un trabajo o llevarlos a decisiones erradas, en el caso de inversiones de investigación donde la evaluación de beneficios y su captación por diferentes sectores de la Sociedad es generalmente difícil de medir.

Con respecto a evaluaciones ex-ante, hay suficiente bibliografía que permite identificar los costos del proyecto. Con respecto a su evaluación, una forma de solucionar este problema, utilizada comúnmente, es sobrestimar los costos. Esta solución, al igual que la subestimación de beneficios, acarrea serios problemas cuando se desea comparar proyectos. Respecto al período de maduración, es importante la información histórica que se disponga, y en algunos casos es necesario trabajar con varias alternativas de períodos de maduración.

Las probabilidades de éxito de un proyecto de investigación están asociadas a la calidad y cantidad de recursos que se asignen y al volumen de conocimientos disponibles; en este caso puede ser útil trabajar con probabilidades subjetivas que estimen los especialistas en la materia.

El tiempo que se mantiene una innovación, ha sido solucionado generalmente en base a información histórica. El problema de efectos secundarios y externalidades que no se pueden evaluar, lo que se hace normalmente es mencionarlos.

El problema del riesgo e incertidumbre, fue y sigue siendo estudiado. Se utilizan ya técnicas simples de cómo tratarlo, (uso del Valor Esperado de Costos y Beneficios, Análisis de Sensibilidad de los Beneficios Netos, utilizar tasas de descuentos mayores que las del mercado, reducir el horizonte de planificación), y existen modelos matemáticos complejos para cuya resolución es necesario el uso de computadoras electrónicas. Sobre este tema ver Anderson (5). Sin duda alguna los objetivos y magnitud del trabajo que se pretende realizar indicarán qué técnicas son las apropiadas en cada caso concreto.

## 5. CONCLUSIONES

No cabe duda de la necesidad de planificar y evaluar la investigación agropecuaria en nuestros países, ya que generalmente los fondos disponibles son limitados y las alternativas que presenta la investigación agropecuaria son ilimitadas. De esta forma, de acuerdo con los objetivos nacionales, la investigación agropecuaria puede ser un instrumento eficiente de apoyo al proceso de crecimiento económico y desarrollo de un país, Heady (14), Dillon (9,10), Hurtado y Piñeiro (15), Akino y Hayami (3), Tichenor y Ruttan (22).

No cabe duda también, que la tarea no es fácil debido a la compleja naturaleza del proceso de investigación y sus interrelaciones con el resto del sistema económico y social. Pero también sus beneficios son altos, y pueden ser mayores aún si se organiza y planifica adecuadamente este proceso, como lo indican Akino y Hayami (3), Heady (14).

Hemos visto que además de los problemas inherentes a la investigación, existen otros debidos a las limitaciones de la metodología utilizada. De todas formas, las evaluaciones realizadas indican la necesidad de seguir por ese camino. Por otra parte, Auer (2), Andersen y Franklin (1) y Dillon (10), indican que el enfoque de análisis de sistemas es una gran ayuda para una eficiente asignación de recursos en investigación acorde con los objetivos nacionales. Lo es desde un punto de vista cuantitativo, estimando efectos secundarios del proceso de investigación (distribución de beneficios, demanda de factores), usando modelos de simulación, Auer (2), y desde un punto de vista cualitativo al reconocer a este proceso como un instrumento del sistema agropecuario y nacional, describiendo las alternativas posibles de investigación, sus interrelaciones y consecuencias sobre el sistema económico y social, Dillon (10).

Otra razón de importancia para planificar y evaluar el proceso de investigación agropecuaria, es demostrar a los centros de decisión que asignan los recursos, la rentabilidad de las inversiones en este sector, de forma que incrementen los fondos con este destino. Por último, nuestros países importan tecnologías y nuevos insumos que fueron desarrollados para otras condiciones económicas y sociales. A esto se suma que en general los investigadores se han formado en el exterior, y tienen tendencia a repetir investigaciones que se realizan en el lugar donde estudiaron y a utilizar las mismas metodologías, cuando la realidad que deben analizar y los problemas que deben ayudar a resolver son completamente diferentes debido a las condiciones económicas y sociales prevalecientes en nuestros países, Schatan (18).

Reconociendo que las evaluaciones ex-post no ayudan en nada a seleccionar proyectos de investigación, consideramos importante realizarlas en nuestros países, pues permitirán adquirir experiencia, incrementar el volumen de conocimientos sobre la materia y además recopilar información básica que es necesaria para realizar correctamente la planificación y evaluación de la investigación. Esto no quiere decir que se dejen de lado las evaluaciones ex-ante, sino que la estrategia a seguir dependerá de los recursos materiales y humanos con que se cuenten y las características específicas del problema en cuestión.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSEN, P. y FRANKLIN, D. A systems approach to agricultural research resource allocation in developing countries. Centro Interamericano de Agricultura Tropical, Cali, 1975. Mimeog.
2. AUER, L. Measuring the social and economic benefits of publicly supported agricultural research. Proceedings of 1971 Symposia on Agricultural Research. C. B. Davidson (ed.). Department of Agricultural Economics, University of Manitoba. March 1973.
3. AKINO, Masakatsu and HAYAMI, Yujiro. Efficiency and equity in public research: rice breeding in Japan's economic development. American Journal of Agricultural Economics, Vol. 57, No. 1, Feb. 1975, pp. 1 - 10.
4. ANDERSEN, Jock, R. Allocation of resources in agricultural research. The Journal of the Australian Institute of Agricultural Science. Vol. 38, No. 1, March 1972, pp. 7 - 13.
5. ——— Risk efficiency in the interpretation of agricultural production research. Review of Marketing and Agricultural Economics. Vol. 42, No. 3, pp. 131 - 184. Sep. 1974.
6. ARDILA, Jorge y HERTFORD, Reed. Rentabilidad social de las investigaciones en arroz en Colombia. Reunión nacional de trabajos sobre aspectos socioeconómicos de la investigación agrícola. Colombia, IICA, Dirección Regional, Zona Andina, Universidad Nacional de Colombia, ICA. Serie "Informes de Conferencias, Cursos y Reuniones", No. 21, pp. 70 - 91. Octubre 1973, Palmira, Colombia.
7. AYER, Harris y SCHUH, Edward, G. Social rates of return and other aspects of agricultural research: the case of cotton research in Sao Paulo, Brazil. American Journal of Agricultural Economics, 54 (4), Nov. 1972, pp. 557 - 569.
8. CODEVILLA SEVERO, H.; GASTAL, E. y otros. Bovinos de corte e ovinos: Um sistema de produção mista para uma região do Rio Grande do Sul. Ministerio de Agricultura, DPNA, IPEAS, IICA. Circular No. 54, Pelotas, Brasil, Maio 1972, pp. 138 - 160.
9. DILLON, J. L. La asignación de recursos en la investigación agrícola. En Análisis económico de los datos de la investigación ganadera. E. Gastal (ed.) pp. 543 - 555. IICA - OEA, Zona Sur, Montevideo, Uruguay. 1971.
10. ——— A economia da pesquisa de sistemas. IICA - OEA, EMBRAPA. Brasília, Brasil. Abril de 1975. Mimeog.
11. EVENSON, Robert. The contribution of agricultural research to production. Journal of Farm Economics, 49: 1415 - 1425. Dec. 1967.

12. FEDKIW, John, and HJORT, Howard W. The PPB approach to research evaluation. *Journal of Farm Economics*, Vol. 49, No. 5, Dec. 1967. pp. 1426 - 1434.
13. GRILICHES, Zvi. Costos de investigación y utilidades sociales: maíz híbrido e innovaciones relacionadas. En "La Agricultura en el Desarrollo", Carl K. Eicher y Lawrence W. Witt (eds.). pp. 423 - 441. Editorial Limusa, Wiley S. A., México 1968.
14. HEADY, Earl O. Propósitos públicos en la educación e investigación agrícola. En "La Agricultura en el Desarrollo Económico", Carl K. Eicher y Lawrence W. Witt, (eds.), Editorial Limusa, Wiley S. A., México, 1968. pp. 443 - 451.
15. HURTADO, Hernán y PINEIRO, Martín. Rentabilidad potencial de la investigación ganadera: una estimación empírica. Serie Investigación No. 3, Depto. de Economía, INTA, Castelar, julio 1972.
16. PETERSON, Willis L. Return to poultry research in the United States. *Journal of Farm Economics*, Vol 49, pp. 656 - 669, Aug. 1967.
17. PREST, A. R. y TURVEY, R. Análisis de costos y beneficios: una visión de la teoría. En "Panoramas contemporáneos de la teoría económica", Tomo III, Asignación de Recursos. Alianza Universidad, Madrid 1970; pp 231-305.
18. SCHATAN, Jacobo. "La investigación agrícola en América Latina", en "América Latina, Ciencia y Tecnología en el desarrollo de la Sociedad"; Amílcar O. Herrera, (ed.); Colección Tiempo Latinoamericana. Editorial Universitaria, S. A.; Santiago de Chile, 1970.
19. SCHMITZ, Andrew and SECKLER, David. Mechanized agriculture and social welfare. The case of the tomato harvester. *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 52, No. 4, pp. 569 - 77. Nov. 1970.
20. SCHULTZ, Theodore W. La organización económica de la agricultura. Fondo de Cultura Económica, 2a. Edición, México 1965. pp. 120 - 147.
21. SHUMWAY, C. Richard. Allocation of scarce resources to agricultural research: review of methodology. *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 55, No. 4, Part I, Nov. 1973.
22. TICHENOR, Phillip J. and RUTTAN, Vernon W. "Problems and Issues in Resource Allocation for Agricultural Research", in "Resource Allocation in Agricultural Research", Walter L. Fishel, (ed.), University of Minnesota Press, Minneapolis, 1971.

## B. COMENTARIOS

**1. Miguel Cahuepé**— El Ing. Casás procura en este trabajo determinar cuales son los problemas específicos, que afectan la evaluación de proyectos de inversión en investigación agropecuaria, y en lo posible dar recomendaciones para solucionarlos.

Luego de una extensa revisión bibliográfica, se llegan a reconocer algunos de los problemas específicos, que son: a) Incertidumbre (por variación de costos, estimación de beneficios, éxito o fracaso del proceso de investigación, etc.); b) Tiempo durante el cual se mantendrán los beneficios de la innovación; c) Efectos secundarios provocados por la innovación tecnológica; d) Disponibilidad de información básica.

Tal vez uno de los problemas mencionados más graves para países de escasos recursos económicos, es el de la incertidumbre. Este problema que es importante en países de gran desarrollo económico como EEUU, adquiere un énfasis mayor en nuestros países, por ser nuestras economías mucho más vulnerables. Un ejemplo, es el caso de la crisis energética en los países de menor desarrollo, trastocando a menudo toda su estructura productiva.

Si uno de los objetivos de la planificación de la investigación, según se ha dicho en esta conferencia, es la de lograr una utilización eficiente de los recursos humanos y naturales con que cuentan los países de menores recursos, aparecería como prioritario el esfuerzo hacia líneas de investigación de técnicas de bajo costo energético y de uso intensivo de la mano de obra.



Finalmente vale la pena comentar algunos conceptos sobre la formación de técnicos en el exterior y la creación así, de cierta dependencia tecnológica. Dentro de este marco se dará con frecuencia el caso de importación de tecnologías no adecuadas a nuestras posibilidades y/o necesidades. Esto no implica, sin embargo, que el formar técnicos en el exterior sea perjudicial para su país, por mas subdesarrollado que este sea. El hecho importante es que el conocimiento está acumulado y seguirá acumulándose probablemente en el futuro, en los países de mayores recursos. Ante esta situación los países subdesarrollados, pero cultural y económicamente no dependientes deberán inteligentemente surtirse, en aquellas fuentes de conocimiento para lograr crear tecnología que necesitan. Esta creación de tecnología requiere alto nivel técnico y a su vez, un claro entendimiento de cuales son los objetivos nacionales. Estos rara vez, lamentablemente, nos llegan explicitados desde los gobiernos nacionales y frecuentemente es necesario que el investigador actúe, con una gran carga subjetiva para la evaluación de un proyecto de investigación. Para finalizar me interesa plantear una duda que quizás sea motivo de discusión posterior. Esta duda es: Si una evaluación más racional de los riesgos por incertidumbre teniendo como objetivo un uso eficiente de los recursos naturales y humanos disponibles, no implica una revisión de las pautas seguidas comunmente en los planes de desarrollo agropecuario, dado que éstos perseguían un aumento de la productividad por unidad de superficie sin tener muy en cuenta, el uso eficiente de los recursos naturales y humanos que la región estudiada pueda poseer.

**2. Miguel Cetrángolo**— La investigación es un instrumento de desarrollo económico, por lo tanto necesitamos definir los objetivos del marco en que se desarrolla.

Los países como los nuestros son de economías mixtas, por lo que se requiere la concertación de las decisiones a nivel de la administración pública y de los productores individuales (dentro de un enfoque macro y microeconómico). La investigación por sí sola no hace nada sino que necesitamos del complemento económico de las otras políticas, a efectos de igualar el interés individual y el público. Es aquí donde surge la definición del marco macro y microeconómico, el que deberá ser considerado como referencia para la evaluación.

Los aspectos de incertidumbre son considerados importantes por el documento presentado, pero no menos importantes y además básicos son el enfoque filosófico doctrinario y la lógica científica a emplear, para definir las posibilidades tecnológicas prioritarias, o juzgar la tecnología empleada en el momento de lanzar la nueva propuesta.

**3. Roberto Casás**— No estoy en desacuerdo con la formación de técnicos en el exterior, ni con la importación de tecnologías. No cabe duda que nuestros países deben aprovechar el conocimiento científico y tecnológico acumulado en los países desarrollados. Pero siempre contemplando las condiciones culturales, sociales y económicas que se dan en nuestros países.

**4. Juan C. Martínez** — Por un lado se hace una excelente revisión bibliográfica de los trabajos realizados en materia de evaluación de proyectos de investigación, los cuales en su casi totalidad se ubican dentro de las líneas tradicionales, haciendo énfasis sobre los aspectos cuantitativos de la evaluación, tales como la relación beneficio - costo, tasa de retorno, etc.

Al promediar el trabajo se menciona entre otras cosas un llamado de atención sobre los problemas de importación de tecnología, formación de cuadros técnicos en el exterior (en países desarrollados), los efectos socioeconómicos no siempre explícitamente considerados en la evaluación, etc.

También se pretende hacer un llamado de atención parcialmente recogido por los comentaristas, en particular por el Ing. Cahuepé y es que en las condiciones en que se desenvuelve la producción agropecuaria en nuestros países, parece relevante y prioritario destacar ciertos elementos cualitativos donde necesariamente deban enmarcarse los aspectos cuantitativos del análisis tradicional. Estos elementos podrían analizarse alrededor de tres puntos centrales: 1) Objetivos nacionales; 2) Diagnóstico regional y nacional; 3) Ciertas características generales de las tecnologías mecánicas, biológicas, químicas y agronómicas, en términos de su sesgo de factores e impacto diferencial sobre la productividad de cada uno de ellos.

## **CAPITULO III**

**EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION VEGETAL  
EN BASE A UN ENFOQUE DE SISTEMAS**



### III. EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION VEGETAL EN BASE A UN ENFOQUE DE SISTEMAS \*

Hernán Tejeda \*\*

#### A. CONFERENCIA

##### 1. INTRODUCCION

El estudio de los procesos asociados a la investigación, es decir, la investigación de la investigación, es un tema cuyo desarrollo es muy reciente, pero que ha estado recibiendo mucha atención en los últimos 15 años (Hunter y Rubenstein, 1971).

Durante un cierto período de tiempo, después de la Segunda Guerra Mundial, el sector industrial de los países avanzados invertía grandes cantidades de recursos en investigación y desarrollo. La rentabilidad de los nuevos productos compensaba las inversiones, sin que existiera demasiada competencia en el campo de la investigación. Sin embargo, llegó un momento en que la situación se tornó altamente competitiva, con muchas empresas investigando sobre los mismos productos o procesos. Así se hizo necesario determinar prioridades para lograr una distribución eficiente de los recursos destinados a esta actividad.

En agricultura, tanto la existencia de recursos limitados para investigación y desarrollo tecnológico, como la necesidad de aumentar la producción para satisfacer una demanda creciente, hacen necesaria una distribución muy eficiente de estos recursos, de tal manera de obtener el máximo beneficio para la sociedad (Kaldor, 1971).

En la presente exposición, se analizan algunos problemas asociados con la evaluación de investigaciones en cultivos. El énfasis de la discusión se centra en los aspectos agronómicos del problema, asumiendo que en la medida que se desarrolle un conjunto de conocimientos teóricos sobre producción de cultivos y que las relaciones de producción se expresen cuantitativamente mediante modelos, los resultados de los análisis económicos para determinar prioridades de investigación tendrán mayor validez.

La exposición tiene tres partes. En la primera, se hace una revisión de diferentes clasificaciones que se han presentado sobre investigaciones en cultivos. En la segunda parte, se revisan procedimientos utilizados para determinar prioridades, identificando problemas comunes. En la tercera parte, se desarrolla la hipótesis de como un conjunto de principios agronómicos, y la expresión cuantitativa de las relaciones que afectan el rendimiento, facilitan la evaluación de investigaciones en producción vegetal, mejorando eventualmente la calidad y validez de las prioridades así determinadas.

##### 2. CLASIFICACION U ORDENAMIENTO DE LAS INVESTIGACIONES EN CULTIVOS

Es evidente que el tipo de investigación a desarrollar depende, entre otras consideraciones, del estado de progreso de la agricultura de la región de interés. Desde este punto de vista, podemos distinguir, a lo menos, tres tipos de agricultura:

- a. Agricultura de colonización, que sería aquella que se desarrolla en terrenos que recién se incorporan al cultivo, ya sea por habilitación de la región o por asentamiento de colonos. Esta situación

---

\* Trabajo presentado al Seminario sobre Evaluación de Proyectos de Desarrollo Agropecuario (con Énfasis en Programas de Investigación). Gobierno de Uruguay - BID - IICA. Montevideo, 16 - 20 de Febrero, 1976.

\*\* Ingeniero Agrónomo, Ph. D., Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago, Chile.

podemos caracterizarla por un nivel muy escaso o nulo de conocimientos acerca de las especies más adaptadas para cultivar y de las formas más apropiadas de cuidados culturales. Este estado de cosas se pueden encontrar en diferentes regiones de América Latina, como por ejemplo la zona de Aysén en Chile.

- b. Agricultura tradicional, llevada a cabo por pueblos establecidos por años en la región. En este caso, probablemente se conocen especies adoptadas, lo que no excluye la posibilidad de introducir otras, como el trigo en América, por ejemplo. En relación a las técnicas de cultivo, si bien se pueden encontrar aspectos sobresalientes, como las terrazas en la región andina, generalmente se observan deficiencias importantes desde algún otro punto de vista de la tecnología moderna. Este tipo de agricultura se encuentra en diferentes regiones de América del Sur.
- c. Agricultura desarrollada, en donde especies, variedades y técnicas de cultivo han sido determinadas con la ayuda de la experiencia y la investigación. Este tipo de agricultura es dominante en los países del mundo desarrollado, existiendo también en importantes regiones de América del Sur. Aquí se presenta el fenómeno que muchas veces coexisten, lado a lado, la agricultura desarrollada y la agricultura tradicional.

Es evidente que en cada uno de estos tres casos, el orden de prioridades en investigación en producción de cultivos va a ser diferente.

Otro aspecto que condiciona los objetivos de la investigación es el tipo de información tecnológica que se quiera proporcionar a los agricultores. Solamente presentaremos tres niveles de complejidad:

- a. Recomendación simple, basada principalmente en datos considerados de validez promedia para la región en cuestión. En este caso se considera suficiente la información obtenida en pocos lugares, considerados como "representativos". Esta información se da como válida para las condiciones promedias de la región. Ejemplo de esto se da principalmente en el uso de pesticidas y fertilizantes.
- b. Un segundo nivel de complejidad es aquel en que, al formular la recomendación, se toman en cuenta características susceptibles de ser identificadas y medidas en el sitio de producción. Este es el caso de prescribir pesticidas sólo cuando se tiene comprobado el peligro de plagas, riego luego de determinar la necesidad de agua y fertilizante sólo en base a análisis de suelo.
- c. El tercer nivel de complejidad pudiera consistir en aquella recomendación que junto con incorporar los conocimientos de validez para toda la región, y las mediciones de las características locales identificables, también considera una estimación de la distribución de probabilidad de aquellos factores que sin ser controlables, afectan al rendimiento, tales como disponibilidad de lluvia, daño de heladas, etc.

Evidentemente, el tipo de investigación a realizar difiere de un caso a otro, probablemente existiendo un orden secuencial de complejidad y costo. Sin embargo, cada nivel subsecuente permite al agricultor mejorar la base sobre la cual fundamenta las decisiones que orientan la administración de su predio.

Brady (1967), en una presentación relacionada con los programas de investigación agronómica del futuro, identificaba tres tipos de investigación en el área de suelos y cultivos.

- a. La primera de ellas, denominada "investigación interpretativa" tendría por objeto el aumentar el conocimiento sobre las relaciones básicas del ambiente en que se desarrolla la producción, y no necesariamente buscar la solución de un problema particular. No siempre esta clase de investigación tiene importancia dentro del conjunto de las investigaciones en producción vegetal.
- b. La segunda categoría consiste en la denominada "investigación adaptativa", cuyo objeto es probar, bajo nuevas condiciones de producción, uno o varios elementos cuya eficacia ya ha sido probada en otros lugares, como por ejemplo variedades, productos químicos o técnicas de cultivo. Este tipo de investigación ha jugado un papel muy importante en la propagación de tecnologías mejoradas en Estados Unidos y se estima que tiene un alto potencial en los países subdesarrollados.

- c. La tercera categoría comprende a la denominada "investigación empírica", cuyo objeto es estudiar mediante ensayo directo las posibilidades de nuevas especies, variedades, productos químicos, técnicas de cultivo, etc., sin prestar mayor atención al conocimiento de las causas por las cuales la técnica ensayada sirve o no sirve. Una proporción considerable de las actuales técnicas de producción en países desarrollados se han originado en investigaciones empíricas. Sin embargo, el hecho de que los nuevos conocimientos se obtengan sólo por tanteo constituye una limitación importante, por cuanto no se generan los elementos de juicio que permitan predecir el comportamiento de la nueva técnica bajo condiciones diferentes a las estudiadas. Al decir de Brady, las revistas científicas están repletas de artículos en que, por ejemplo, se informa de la respuesta de cultivos a diferentes fertilizantes. Estos artículos demuestran que todavía se está utilizando una gran cantidad de esfuerzos para determinar la respuesta de un cultivo dado, en un año dado, en un suelo dado, a un fertilizante dado y todo esto sin ninguna expectativa que los resultados así obtenidos puedan ser aplicados en otros lugares.

Moseman, (1974), en su libro sobre investigación agrícola para países en desarrollo, sustenta una clasificación de las investigaciones similar a la de Brady (1967). Moseman distingue:

- a. La investigación adaptativa, cuyo objetivo es adecuar las innovaciones a los ambientes específicos donde se utilizarán.
- b. La investigación de protección, para evitar o reducir al mínimo la emergencia derivada de la aparición de plagas y enfermedades, capaces de causar pérdidas extensas.
- c. La investigación innovativa, para mantener el constante suministro de materiales de alto rendimiento y prácticas de producción mejoradas.

Se debe hacer notar que no nos hemos referido a la clasificación que diferencia las investigaciones en básicas o aplicadas. En realidad los resultados de estudios que pueden ser considerados como básicos, constituyen insumos de conocimiento para los estudios aplicados, no siendo fácil entonces, el establecer límites dentro del continuo constituido por las investigaciones básicas, las aplicadas y las de desarrollo (Mahlstede, 1971).

### 3. SISTEMAS DE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION

La literatura presenta varios esquemas que se están utilizando para evaluar proyectos de investigación. Meyer (1971), cancellor de la Universidad de California en el campus de Davis, ha descrito el procedimiento utilizado en dicha universidad y estación experimental. La característica fundamental de este sistema consiste en que, además de utilizar la técnica de presupuesto por programa, incorpora de lleno la comunidad académica en todo el proceso de toma de decisiones. En la creación de este procedimiento, la primera etapa consistió en desarrollar un plan académico para involucrar los departamentos y sus respectivos cuerpos docentes e investigadores en el proceso de toma de decisiones. Durante la segunda etapa, se identificó el conjunto de objetivos o metas y los correspondientes programas para cumplir dichas metas. En la tercera etapa se desarrollaron y/o simplificaron los procedimientos operacionales. Luego de determinar los objetivos, metas y programas para toda la estación experimental, las metas y programas de cada departamento se determinan internamente en cada uno de ellos, luego de un intenso intercambio de ideas y examen de los programas en avance y las direcciones futuras de la investigación. El presupuesto es entregado a los departamentos y éstos tienen libertad para redistribuir recursos entre programas en la medida que sea requerido por las operaciones. Todo el procedimiento se fundamenta en el hecho de que si bien puede ser desastroso permitir una completa autonomía, por otro lado, la alternativa de imponer un plan maestro que no tome en cuenta las ideas o intereses de las personas en niveles más bajos (de toma de decisiones) es igualmente perjudicial.

El sistema de planeamiento a largo plazo de investigación en el estado de Iowa ha sido descrito por Mahlstedt (1971). Este procedimiento, similar al de California en el sentido de que requiere la participación activa de toda la comunidad científica, se caracteriza por una mayor incorporación de elementos formales de análisis económico. En el desarrollo del procedimiento, se comienza por aceptar que el financiamiento público de las actividades de la estación experimental involucra tres metas: crecimiento económico, seguridad e igualdad. Por lo tanto, la investigación debe, implícitamente, contribuir al logro de estas metas. El procedimiento descrito, considera solamente la primera meta, es decir, desarrollo económico. Luego de individualizar 19 áreas de investigación, se forma un panel de discusión para cada una de ellas. Cada cual identificó las líneas de investigación posibles dándoles un orden de prioridades de acuerdo a un criterio de evaluación que considera la factibilidad de realizar el estudio, el beneficio esperado en relación a la meta de crecimiento económico, la probabilidad de obtener dicho beneficio y el correspondiente costo. El beneficio de la investigación se estima igual al valor de los recursos ahorrados para producir una cantidad equivalente de producto, luego de aplicar el resultado de la investigación. El costo se obtiene al estimar los recursos necesarios para realizar la investigación, incluyendo el factor tiempo de la inversión.

Nuevamente, el rol de los investigadores es fundamental dentro del procedimiento, por cuanto la validez del mismo depende fuertemente de la premisa que los científicos, a través de un trabajo sistemático de grupo, pueden predecir hasta cierto grado, el resultado de la investigación, y así proporcionar la base para seleccionar aquellas líneas que aparezcan con las más altas tasas de retorno.

En Minnesota se ha desarrollado un sistema de procesamiento de información para la asignación de recursos en investigación agrícola. El sistema denominado "MARRAIS" ha sido descrito por Fishel (1971), y sirve para seleccionar entre líneas alternativas de investigación propuestas y la distribución eficiente de recursos entre ellas. Se asume que previamente han sido identificadas todas las posibles líneas de investigación. A diferencia de los anteriores, este procedimiento es esencialmente cuantitativo, constituyendo un programa de computación. Utilizando conceptos de estadística bayesiana, incorpora la estimación probabilística de lograr el objetivo de la investigación, en forma de una distribución "a priori" de probabilidad. Además, descuenta a la fecha presente, tanto el costo de la investigación por el período que duren los trabajos, como el retorno durante un cierto número de años para obtener las cifras en las cuales se basa el análisis costo-beneficio. Sin embargo, a pesar de su refinamiento matemático-estadístico-económico, este procedimiento presenta las mismas limitaciones que los anteriores en el sentido que la confiabilidad de los resultados depende del investigador que proporcionó las informaciones básicas. Según el mismo autor, la confiabilidad sólo puede determinarse comparando predicciones hechas por el sistema con lo que realmente ocurra en la realidad, después de efectuar la investigación.

Gastal (1975), ha presentado un procedimiento el cual está orientado tanto a identificar líneas potenciales de investigación como a seleccionar las más eficientes, bajo ciertos criterios. Además, el procedimiento reconoce dos problemas secuenciales de selección: determinar prioridades entre los rubros o productos, y en la segunda etapa determinar las disciplinas o campos del conocimiento en los cuales investigar. El proceso de selección de rubros se realiza mediante la asignación de puntajes, en base a un conjunto de criterios económicos y sociales (valor de la producción, superficie cubierta, participación en la balanza de pagos y variaciones de precios), sumando para cada producto, los puntajes de cada indicador, para obtener el valor final. Este proceso se realiza en forma estratificada y con niveles crecientes de agregación en el orden región, estado y país. La determinación de prioridades de investigación dentro de cada rubro se realizó en base a la información proporcionada por científicos especializados.

Paez (1975), ha enfrentado esta misma situación, es decir, la determinación de prioridades de investigación por rubros y dentro de rubros, mediante el desarrollo de un procedimiento matemático de maximización con restricciones en dos etapas. En la primera etapa, se obtiene la distribución óptima de una cantidad fija de recursos entre los diferentes rubros, y en la segunda, se optimiza la distribución de recursos entre los aspectos disciplinarios que se deben estudiar dentro de cada rubro. La optimización por rubros se realiza en base a datos de rendimiento por hectárea, precio del producto y costo de producción. La distribución de recursos entre disciplinas se realiza bajo el supuesto que es posible jerarquizar los problemas que afectan a cada producto, en base a información proporcionada por investigadores, extensionistas y productores.



Bello (1975), en su publicación sobre evaluación del desarrollo de estaciones experimentales, sugiere un conjunto de criterios para evaluar los programas de investigación. Estos criterios consideran, tanto los objetivos del programa como la forma en que se realiza, siendo por lo tanto, un procedimiento para evaluar programas en desarrollo y no para tomar decisiones sobre qué investigaciones es más conveniente realizar.

Todos los procedimientos descritos anteriormente, requieren estimaciones previas de los siguientes aspectos: a) el conjunto de todas las líneas de investigación posibles de realizar, b) el costo de cada línea, c) la probabilidad de obtener el resultado perseguido, y, d) el beneficio derivado de aplicar el resultado de la investigación al proceso productivo.

Tal como se indicó al revisar cada procedimiento, las respuestas a por lo menos algunas de estas interrogantes depende en mayor o menor grado de la opinión de los investigadores, obteniéndose la información por consulta directa. Esto implica que la información así obtenida, si bien procede de una fuente altamente calificada, no está libre de subjetividad. Elementos como formación académica, experiencia previa, familiaridad con determinadas investigaciones y preferencias personales, son todos factores potencialmente causantes de opiniones sesgadas. En estas circunstancias, a pesar de lo sofisticado y complejo que pueda ser el procedimiento utilizado, la evaluación resultante no será mejor que los datos. Por lo tanto, el grado de subjetividad de la información básica constituye una fuente potencial de problemas que convendría eliminar en cuanto fuera posible.

#### 4. TEORIA AGRONOMICA, MODELOS DE PRODUCCION Y EVALUACION DE INVESTIGACIONES

A continuación presentaremos algunas ideas que pudieran servir de orientación, en la búsqueda de soluciones al problema de la subjetividad en la evaluación de investigaciones en cultivos.

En primer lugar quisiera establecer la hipótesis de trabajo de que por lo menos una parte de las dificultades que enfrenta la evaluación de investigaciones tiene su origen en: a) la ausencia de un conjunto de conocimientos generales sobre producción de cultivos, que integre las diferentes disciplinas involucradas y que pudiera denominarse Teoría Agronómica; y b) en la falta de expresiones cuantitativas para las relaciones de producción, que sean válidas, a lo menos para cierto rango de condiciones particulares de regiones y cultivos.

Este vacío de una teoría agronómica ha sido detectado por diferentes investigadores. Black (1968) indica que, si bien es cierto que los principales problemas científicos en el área suelo - planta son la medición de efectos y la integración de conocimientos, hasta el presente el mayor esfuerzo se ha concentrado sólo en medir, sin que la integración haya experimentado progresos de importancia. Army y colaboradores (1971), reconocen que la Agronomía ha dedicado la mayoría de sus esfuerzos a la comprensión de mecanismos aislados involucrados en el proceso productivo sin que se haya desarrollado un esfuerzo paralelo equivalente destinado a sintetizar los conocimientos de un cuerpo estructurado de teoría agronómica.

Brady (1967), por su parte ha criticado el hecho de que tradicionalmente una proporción demasiado alta de tiempo y recursos se emplea en investigaciones cuyos resultados son aplicables solamente en la época y lugar en donde se realizó el trabajo.

Diferentes razones se pueden citar como posibles causas de esta situación (Tejeda, 1973). La agronomía, como la ciencia de la utilización de recursos naturales e industriales en la producción agrícola, es el resultado de la integración de diferentes disciplinas y áreas del saber. Es fácil identificar que dentro de la problemática agronómica, una parte de ella es esencialmente determinística, mientras otra parte también importante es de naturaleza estocástica. Por ejemplo, dada la presencia de una maleza, el hecho de controlarla mediante la aplicación de una dosis de herbicida puede considerarse como una situación determinística. La resistencia varietal a enfermedades fitopatológicas también puede considerarse como determinística.

El control del pH del suelo mediante encalado o enmiendas también es un problema que puede ser considerado determinístico. Por otro lado, la ocurrencia de una helada o sequía es un problema estocástico, como también lo es el nivel de rendimiento que se logra en un cultivo, cualquiera sea la variedad y manejo empleado. Aparentemente, los aspectos determinísticos de la Agronomía han avanzado hasta altos niveles de desarrollo, mientras los aspectos estocásticos recién están siendo considerados y cuantificados. Los aspectos determinísticos bien pueden haber logrado su actual estado de avance debido a la contribución, en conceptos y en metodología, de las ciencias básicas, Biología, Química, Física, con las cuales están directamente relacionados. Además, este tipo de estudios es relativamente más sencillo de realizar, utilizando sistemas aislados dentro del laboratorio, invernadero o recinto de campo experimental. Contrariamente, los aspectos estocásticos deben ser estudiados de tal manera que se pueda estimar la distribución de probabilidad involucrada, lo cual puede significar explorar el comportamiento del fenómeno estudiado en toda la región de producción y por más de un año. El objetivo, de estas investigaciones debe ser evaluar la variabilidad en vez de lograr resultados promedios, como ha sido el enfoque tradicional. Este retraso del estudio de los aspectos estocásticos en relación a los determinísticos puede ser una causal de la falta de una teoría agronómica integrada, la cual necesariamente debe tener en cuenta ambos aspectos.

Otro factor que puede haber retrasado el desarrollo de una teoría agronómica es que ella implica el estudio de problemas con un alto número de dimensiones. Forrester, citado por Hutchinson (1971), indica que la mente humana no está bien adaptada para hacer predicciones intuitivas sobre la operación de sistemas complejos, en los cuales la retroinformación tenga un rol importante. Solamente, desde la segunda mitad de este siglo, con el advenimiento del computador electrónico, ha sido posible evaluar en gran escala hipótesis en campos multifactoriales, como también estudiar estructuras complejas, que incluyan procesos de retroinformación. Hasta entonces y de acuerdo a las herramientas desarrolladas por Fisher (Ferrari, 1966), el objetivo era precisamente el contrario, es decir, aislar solo unos pocos factores, manteniendo el resto a niveles constantes, cuando se estudiaba su efecto sobre el sistema. El error experimental desafortunadamente ha sido considerado como una especie de canasto de desperdicios, donde se ha arrojado la información inexplicable que, excepto errores de medición, se atribuye a "factores no experimentales" y/o "no controlados". Esta información es precisamente la que hoy debemos identificar para completar el cuadro de conocimientos generales.

Los principios agronómicos generales deben incluir por lo menos, los siguientes aspectos:

- a. Integrar todos los conocimientos provenientes de las diferentes disciplinas relativas a la producción, y que se estudian separadamente, dentro de un esquema lógico y organizado, que permita derivar expresiones cuantitativas del efecto de los factores de producción sobre el rendimiento.
- b. Incluir el efecto estocástico del medio ambiente, de tal manera de poder predecir el comportamiento de cultivos en regiones diferentes de las estudiadas, con sus correspondientes distribuciones de probabilidad.

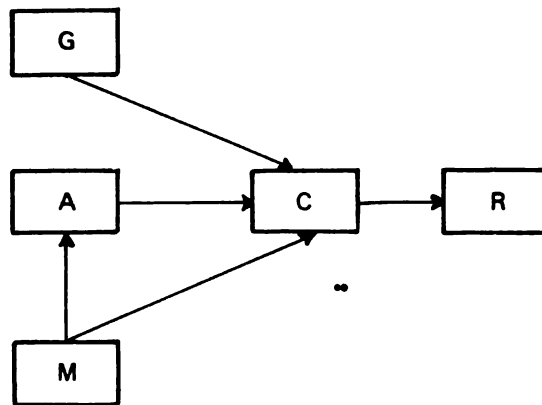
En otras palabras, y de acuerdo a Army y colaboradores (1971), la agronomía debe describir en términos cuantitativos la respuesta de los cultivos a los cambios en disponibilidad de nutrientes, genotipo, pesticidas, normas de manejo, otras características del suelo y los efectos del clima.

La falta de un conjunto de conocimientos generales agronómicos tendría los siguientes efectos negativos sobre el problema de la evaluación y asignación de recursos a las investigaciones en producción vegetal. En primer lugar, no se dispone de criterios objetivos que permitan identificar en forma sistemática el conjunto de líneas de investigación que es posible realizar en una región para llevar la producción más allá de ciertos niveles predeterminados. En segundo lugar, no se dispone de mecanismos que permitan predecir, en forma, objetiva y a la vez cuantitativa, de cuales serían los beneficios posibles de alcanzar de cada línea de investigación. Y, finalmente conocer la probabilidad objetiva de lograr el resultado perseguido en cada una de ellas.

Como se vió anteriormente, estas estimaciones hasta el momento se obtienen en gran parte, del conocimiento y la experiencia subjetiva de los investigadores.

A continuación describiremos una forma de representar esquemáticamente las relaciones entre grupos de factores de predicción y rendimiento de diferentes especies en una región de límites definidos. Considerando la región y las especies cultivadas como el sistema en estudio, trataremos luego de establecer algunos principios de validez general dentro del sistema. Finalmente, discutiremos la factibilidad de describirlo mediante modelos estadístico - matemáticos.

En primer lugar queremos comenzar diciendo que el rendimiento (R) de un cultivo (C) es el resultado de la interacción de tres conjuntos de factores. Ellos son la capacidad genética de la planta (G), los factores del ambiente (A) y las prácticas culturales o manejo (M). En una primera aproximación la interrelación entre estos elementos se puede representar en la siguiente forma:



Es evidente que este esquema es demasiado simple, siendo necesario perfeccionarlo para obtener una representación más cercana a la realidad. Una primera consideración que puede tenerse en cuenta es que la relación entre manejo (M), ambiente (A) y cultivo (C) es dinámica durante el período (t) comprendido entre el establecimiento y la cosecha del cultivo en cuestión. Por lo tanto, la expresión de estos tres elementos debe incluir un subíndice (t), tomando la forma  $M(t)$ ,  $A(t)$  y  $C(t)$ .

La capacidad genética (G) indudablemente permanece constante durante un ciclo dado del cultivo, aún cuando puede ser modificada entre un ciclo y otro tanto por efectos genéticos y/o de ambiente (mutaciones, segregaciones, etc.), como también por efecto de un manejo específicamente orientado para ello (mejoramiento). (G) puede ser considerada como un vector cuyos componentes definen las diferentes características del cultivo, tales como precocidad, resistencia a enfermedades, calidad del fruto, etc.

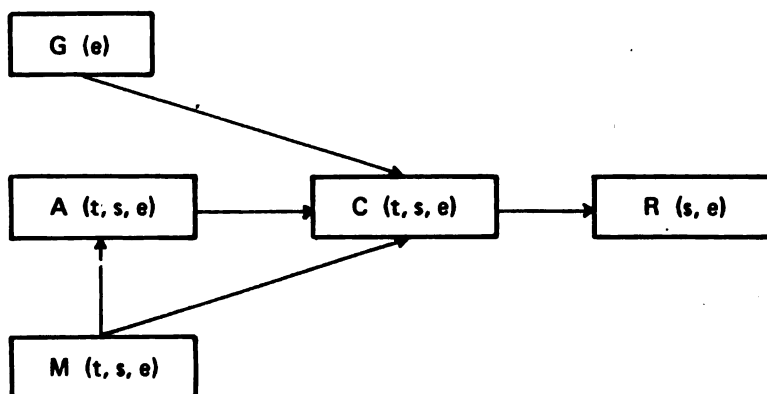
El elemento  $A(t)$ , que representa el ambiente, también es un vector que comprende propiedades del suelo, del clima y del medio biótico en que se desarrolla el cultivo. No todos los componentes son funciones del tiempo (t), como por ejemplo la profundidad del suelo; sin embargo algunos muy importantes, como la disponibilidad de agua y temperatura del suelo, por ejemplo, son esencialmente variables a lo largo del ciclo del cultivo.

El manejo  $M(t)$  es otro vector cuyos componentes no son todos dependientes del tiempo. Mientras la época de siembra es un dato fijo para todo el ciclo del cultivo, el calendario de riego se debe ir ajustando a medida que avanza el crecimiento.

Hasta el momento, hemos supuesto que el proceso se desarrolla en un punto dado del espacio físico agrícola y que se cultiva una sola especie. Ninguno de estos dos supuestos son ciertos en la realidad, salvo casos de monoculturas continuadas en plantaciones con límites bien definidos. La situación más común es que varias especies se cultiven dentro de una región. Una consecuencia que se deriva inmediatamente de esta realidad es que los componentes del vector  $A(t)$ , que representa los factores ambientales, deben tener un segundo subíndice (s) que representa un sitio cualquiera en la región, por cuanto es un hecho observado

que no existe dentro de una región agrícola, dos sitios de producción en donde las variables que afectan el rendimiento sean idénticas.

La existencia de variabilidad en los componentes ambientales plantea la necesidad de definir un rango de variación dentro del cual se asume que nuestro análisis tiene validez. Para facilitar el planteamiento, supondremos que es posible elegir límites a la región agrícola de interés y que dentro de esta región así definida, existen valores mínimos y máximos para las variables ambientales, que definirían los correspondientes rangos. Además de los componentes ambientales, tanto el cultivo como el manejo toman valores específicos para cada sitio de producción, por lo cual también deben incluir el subíndice (s). Finalmente, todos los elementos del esquema son específicos para cada especie cultivada (e), por lo cual todos los elementos deben incluir este subíndice. Por lo tanto, una forma general de representar los cultivos de una región dada, durante un ciclo dado de crecimiento sería:



$t = 1, 2, \dots, T$   
 $s = 1, 2, \dots, S$   
 $e = 1, 2, \dots, E$ , en donde  $T$  es el número de unidades de tiempo que comprende la estación de crecimiento,  $S$  es el número de sitios diferentes de producción dentro de la región y  $E$  es el número de especies que se cultivan. El resto de los términos conservan el significado definido anteriormente.

Dentro de esta representación abstracta del sistema región - cultivos definido previamente, los conocimientos agronómicos actuales permiten enunciar los siguientes supuestos:

- Es posible establecer un ordenamiento de las diferentes especies en cuanto a su capacidad para producir alimentos y/o fibra. Esto es lo que se conoce como concepto de las ventajas comparativas.
- Para cada especie cultivada, es posible establecer un ordenamiento de las correspondientes variedades en cuanto a su capacidad para producir alimento y/o fibra, lo que corresponde al concepto de adaptación de variedades.
- El rendimiento máximo de una variedad adaptada de una especie corresponde a una combinación de niveles óptimos\* de factores, asumiendo un manejo adecuado. Si uno o más factores no está en su nivel óptimo, el rendimiento será inferior al máximo, independientemente del hecho de que el resto esté a nivel óptimo. Este es el concepto de factor limitante.
- Del conjunto de factores potencialmente limitantes, es posible corregir el nivel de algunos de ellos mediante prácticas de manejo, existiendo otro grupo que no es posible modificar. Los primeros se denominan factores manejables de producción y los segundos, factores no manejables.
- Dentro del conjunto de factores no manejables, algunos de ellos son de naturaleza estocástica, como los factores climáticos, mientras que otros son esencialmente fijos. Mientras es posible esti-

\* Óptimo físico, no necesariamente igual, y generalmente mayor que el óptimo económico.

mar la distribución de probabilidad de los factores estocásticos, los factores limitantes fijos son los que determinan el techo de producción del cultivo y variedad de la región, cuando el resto de los factores está a niveles óptimos.

Luego de establecer estos principios básicos, podemos ver que de ellos se desprende una secuencia lógica de objetivos y metas para la investigación en producción vegetal. Las metas serían (a) identificar las especies con mayores ventajas comparativas, (b) introducir o desarrollar variedades adaptadas, (c) identificar factores ambientales limitantes y desarrollar normas de manejo destinadas a optimizar sus niveles y (d) estimar la distribución de probabilidad de los factores ambientales aleatorios.

La realización parcial o total de las líneas de investigación destinadas a lograr estos objetivos dependerá de la evaluación de costos, factibilidad y beneficios esperados de cada una de ellas. En esta etapa es donde los modelos estadístico - matemáticos podrían hacer su mayor contribución, al permitir simular la aplicación de posibles resultados de investigación al proceso productivo.

No existen argumentos, que sean conocidos por el autor, que se opongan, a priori, a la posibilidad de establecer modelos estadístico - matemáticos para describir la relación entre comportamiento de especies cultivadas y las variables ambientales. Estos modelos permitirían simular el efecto de diferentes ambientes de producción sobre un conjunto de especies, y de esta manera predecir su ordenamiento relativo. Algo muy similar pudiera ser posible en relación a variedades. Esto último aparece como altamente factible de estudiarse, dada la existencia de programas cooperativos a nivel mundial sobre adaptación de variedades, bajo el liderazgo de centros internacionales. Modelos de adaptación de variedades podrían indicar, con un grado de subjetividad menor que la opinión de los investigadores, acerca de la magnitud del beneficio de la investigación en programas de mejoramiento. Esto podría ser incluso extensivo al estudio de la resistencia a enfermedades, dada la relación entre ataque de enfermedades, resistencia varietal y factores ambientales.

El desarrollo de modelos de rendimiento de los cultivos, generalizados a varias regiones con diferentes rangos de valores para los factores ambientales, permitiría simular el efecto de corregir, mediante las correspondientes investigaciones, uno o varios factores detectados como limitantes en una nueva región.

Nuevamente estas estimaciones, necesarias para el análisis costo-beneficio de diferentes líneas de investigación, tendrían un grado menor de subjetividad, que la opinión de investigadores.

Como ejemplo de modelos que se han construido para expresar la relación entre rendimiento de cultivos y factores de producción, mencionaremos sólo dos, uno para maíz y otro para trigo. Cada uno ha sido construido empleando una filosofía y métodos de trabajo distintos. No es el objeto de discutir ahora las ventajas y defectos de cada procedimiento, o si se debe descartar uno en favor de otro. Lo que interesa hacer notar es que ya existe una cierta variedad de procedimientos cuantitativos, capaces de describir relaciones determinísticas o estocásticas (Anderson, 1972), y que están disponibles para ser incorporados en las investigaciones agronómicas.

Flinn (1971), utilizando técnicas de análisis de sistemas, ha construido un modelo que describe el efecto de la variación de la disponibilidad de agua sobre el rendimiento del maíz. En el modelo se incluyen los aspectos relevantes del suelo, fenología de la planta, variables de clima y estrategias de riego. La validación, con datos de producción obtenidos en una situación particular, dio como resultado que el modelo predecía los rendimientos reales con una tolerancia menor que 10 %. Flinn indica que el modelo permitiría obtener, mediante simulación, la información sobre respuesta del cultivo a diferentes condiciones de suelo, clima y estrategias de riego, lo cual sería especialmente valioso tanto para áreas actualmente regadas que carezcan de estos conocimientos, como para áreas de futuros proyectos de riego.

El autor de la presente exposición (Tejeda, 1973), ha desarrollado un modelo estadístico del rendimiento del trigo versus factores manejables y no manejables dentro de una región de contornos determinados. Se utilizó la técnica de sistemas de ecuaciones de regresión (Dhrymes, 1970), atacándose el doble problema de identificar las variables que afectan el rendimiento (especificación del modelo) y a la vez estimar los coeficientes de regresión (Kennedy y Bancroft, 1971) que describen cuantitativamente el efecto

de las variables sobre el rendimiento. Se encontró que para la región estudiada, el rendimiento del trigo dependía de la fertilización nitrogenada y fosfatada; del contenido inicial de nitrógeno, fósforo y potasio del suelo; de la profundidad del suelo, el cultivo previo y la época de siembra. Aún cuando la validez de este modelo se restringe a la región en donde se recolectaron los datos originales, se estudian procedimientos que permitan su adaptación a un rango mayor de condiciones ambientales, para poder simular el efecto de introducir tecnologías mejoradas de producción en regiones de agricultura más atrasada.

Si bien es cierto que los modelos descritos no han sido desarrollados con el objeto específico de predecir la aplicación del resultado de investigaciones en producción vegetal, ellos demuestran que se está muy cerca de lograr este objetivo. En otras palabras, aún cuando todavía puede ser prematuro proclamar su existencia, aparentemente el camino está abierto para desarrollar los procedimientos que permitan la evaluación de proyectos de investigación vegetal mediante un enfoque de sistemas.

## 5. OBSERVACIONES

El autor del tema desarrolló su exposición mediante la lectura del documento distribuido a los participantes del Seminario. Sin embargo puntualizó algunos aspectos fuera del texto. Estos aspectos fueron los siguientes:

- a. En el punto 3 del documento (pág. 3 párrafo 1) donde se hace referencia al Sistema descrito por Fishel, de procesamiento de información para la asignación de recursos en Investigación Agrícola, el autor puntualiza que además de las limitaciones expuestas en el documento, sobre el método, existe la limitante que la estimación de costos es puntual, es decir, en un período, desconsiderándose los costos en el tiempo de maduración del proyecto.
- b. En el mismo punto 3 del documento, (pág. 3 párrafo 3), donde se refiere a que las respuestas a por lo menos algunas de las interrogantes que requieren como estimación previa los métodos para evaluar los proyectos de investigación, dependen en mayor o menor grado de la opinión directa de los investigadores; el autor puntualiza que es importante el prestigio de la persona que realiza el juicio subjetivo.
- c. En el punto 4 (pág. 9 párrafo 6) cuando se menciona los aspectos que deben incluir los principios agronómicos, el expositor establece que hasta el momento se ha puesto énfasis en la cuantificación del rendimiento por el uso de un factor y dice que sería más conveniente estimar la tasa de cambio del rendimiento por uso de los factores.
- d. En el mismo punto cuatro, (pág. 12, sub ítem 1) cuando se enuncian los supuestos para una representación abstracta de la producción de cultivos en una región dada, en el primer enunciado, aclara, que cuando menciona ventajas comparativas no se refiere a elementos económicos sino a los puramente físicos.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSON, J. R. 1972. Economic models and agricultural production systems. Camberra, Australia, Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 9: 77-83.
2. ARMY, T. J. ISLEIB, D. R. and GREER, F. A. 1971. Integrating production systems to advance yields and quality. In Eastin, J. D. and R. D. Munson, eds. Moving off the yield plateau. American Society of Agronomy Special Publication No. 20: 83 - 89.
3. BELLO, E. S. 1975. Métodos para evaluar el desarrollo institucional en estaciones experimentales agropecuarias. IICA - OEA - Zona Sur. Montevideo, Uruguay. 60 p.
4. BLACK, C. A. 1968. Soil - plant relationships. New York, John Wiley and Sons, Inc.
5. BRADY, N. C. 1967. Agronomic research programs for the future. In R. S. Whitney, ed. Challenge to agronomy for the future. Madison, Wisc. American Society of Agronomy Special Publication No. 10.
6. DHRYMES, P. J. 1970. Econometrics. Statistical foundations and applications. New York, Harper and Row. pp. 153 - 161.
7. FERRARI, Th. J. 1966. Towards a soil fertility in dimensions. Netherland Journal of Agricultural Sciences 14: 225 - 238.
8. FISHEL, W. L. 1971. The Minnesota Agricultural Research Resource Allocation Information System and Experiment. In Fishel, W. L. ed. Resource allocation in agricultural research. Minneapolis, University of Minnesota Press. p. 344 - 381.
9. FLINN, J. C. 1971. The simulation of crops - irrigation systems. In Dent, J. B. y J. R. Anderson, eds. System analysis in agricultural management. Sydney, Australia, John Wiley and Sons, Australasia Pty. Ltd. pp. 123 - 151.
10. GASTAL, E. 1975. Prioridades en investigación agrícola a nivel nacional. Criterios, técnicas y socio - económicos para el establecimiento de esas prioridades. Ciudad de Panamá, Panamá FAO - IICA. Consulta de expertos en investigación en América Latina. 20 p. (Mimeografiado).
11. HURTER, A. P. and A. H. Rubenstein. 1971. Decision - making mechanisms for research selection in the private sector. In Fishel, W. L., ed. Resource allocation in agricultural research. Minneapolis, Minnesota, University of Minnesota Press. pp. 195 - 207.
12. HUTCHINSON, K. J. 1972. Modelling soil - plant - animal systems. Camberra, Australia, Proceedings of the Australian Society of Animal Production. 9: 10 - 15.
13. KALDOR, D. R. 1971. Social returns to research and the objectives of public research. In Fishel, W. L., ed. Resource allocation in agricultural research. Minneapolis, Minnesota, University of Minnesota Press. pp. 62 - 79.
14. KENNEDY, W. J. and BANCROFT, T. A. 1971. Model building for prediction in regression, based upon repeated significant tests. The Annals of Mathematical Statistics 42: 1275 - 1284.
15. MAHLSTEDE, J. L. 1971. Long - range planning at the Iowa Agricultural and Home Economic Experiment Station. In Fishel, W. L. ed. Resource allocation in agricultural research. Minneapolis, University of Minnesota Press. pp. 326 - 343.
16. MEYER, J. H. 1971. The California academic - responsive budget system. In Fishel, W. L., ed. Resource allocation in agricultural research. Minneapolis, University of Minnesota Press. pp. 302 - 315.
17. MOSEMAN, A. H. 1974. Investigación agrícola para países en desarrollo. México, Editorial Roble. 106 p.
18. PAEZ, G. y MOSCOSO, R. 1975. Esquema bi-etapico da alocação dos recursos por productos e áreas-problema para a investigação. Brasília, Brasil, Embrapa. (Mimeografiado).
19. TEJEDA, H. R. 1973. Statistical analysis and model building for a wheat production system in Chile. Unpublished Ph. D. thesis. Ames, Iowa, Library, Iowa State University of Science and Technology.

## B. COMENTARIOS

**1. John Dillon** — Estimo que el trabajo presentado contiene un enfoque exclusivamente agrónomo no considerando aspectos económicos en la evaluación de proyectos de Investigación. Estoy de acuerdo en líneas generales con el trabajo presentado pero considero que los agrónomos no han tenido una formación adecuada que les permita analizar más integradamente los proyectos de Investigación. La conclusión a la que llevo se debe a tres problemas:

- Por la alta especialización de los investigadores agrónomos, ya que existen investigadores especialistas en suelo, biólogos, genetistas, etc. y esta formación en disciplinas aisladas permite considerar apenas uno de los problemas.
- La falta de formación matemática de los agrónomos ha llevado a impedir la sintetización de los problemas mediante formulación de ecuaciones matemáticas simples.
- Los investigadores agrónomos han puesto demasiado énfasis en los límites de confianza estadísticos. Estos consideran como "Sagrados" el nivel de significación estadística y el número de asteriscos que son colocados al lado de cada coeficiente. Estos asteriscos son irrelevantes desde el punto de vista económico para la toma de decisiones. Muchas veces, decisiones de producción que contienen un 40 o 50 % de probabilidad de ocurrencia pueden ser interesantes desde el punto de vista de los productores, aún cuando los investigadores las consideren como descartables. A este problema de límites de confianza estadísticas, agrego el problema que han tenido los diseños estadísticos de "sí" o "no" es decir, la evaluación del diseño por ocurrencia o no de un evento. Considero que sería más conveniente hacer una evaluación del diseño, dados distintos niveles de tratamiento, para obviar este tipo de decisiones tajantes adoptado en investigaciones hasta el momento.
- Con respecto al problema de límites o fronteras que el Dr. Tejeda hace referencia y considera como necesario establecer para la validez de la investigación, entiendo que se debería utilizar conceptos más amplios que los puramente agronómicos. Uno de los ejemplos más notables en este aspecto se puede ubicar en la investigación exclusivamente agronómica que llevó a la obtención de tomates de cáscara dura para hacer posible la cosecha mecanizada. Si bien el resultado de la investigación agronómica fue exitoso, creó un problema social en las regiones productoras de tomate, por efecto del desplazamiento de mano de obra. Por lo que las variables a tener en cuenta no deben ser exclusivamente agronómicas.

Desde otro ángulo del comentario, concuerdo con el Dr. Tejeda en la utilización de un modelo general para el cultivo que se investiga.

Entiendo que se puede contar con un modelo general en cualquier país para la realización de investigaciones y observar en dicho modelo el efecto de la metodología que se está investigando. Para desarrollar este tipo de modelo es necesario contar con información suficiente para más de un período.

Considero poco conveniente la investigación en forma aislada. Posiblemente la investigación en centros experimentales involucra pérdidas de información por lo que considero útil el salir a realizar la investigación fuera de los centros experimentales. Este planteo obedece al enfoque de contar con un banco de datos y la realización de ensayos con productores. Si bien estos aspectos pueden ser conflictivos del punto de vista de los usualmente escasos recursos económicos con los que cuentan los centros de investigación.

**2. Edmundo Billard** — Estoy de acuerdo con los diferentes planteos enunciados por el Dr. Tejeda para el desarrollo de la investigación y destaco la subjetividad que ha tenido la investigación realizada hasta el presente. Al igual que el Dr. Dillon considero inconveniente la investigación aislada. Entiendo que el



enfoque del trabajo presentado por el Dr. Tejeda encierra exclusivamente problemas agronómicos y considera que existen otros factores que tienen que ser tenidos en cuenta en la investigación. Dentro de los elementos que deben ser considerados establece: la posible demanda de los productos que se investigan, problemas derivados de la conservación de alimentos, (deben ser contemplados sobre todo para aquellos productos con oferta estacional), la consideración de producciones competitivas e incluso la estimación de factores sociales. En este último aspecto incluso ubica como ejemplo el caso de productos como los de tabaco, que son de relevante importancia en zonas de minifundio de la Argentina, por el volumen de mano de obra que ocupa y que lo coloca como cultivo de trascendental importancia en esas zonas, mientras que si solo se tuviese en cuenta el valor de la producción no alcanzaría a adjudicársele ninguna prioridad en el orden nacional.

Como conclusión final destaco la importancia de dos elementos que a mi juicio facilitan la toma de decisiones para la realización de proyectos de investigación y estos son:

- La necesidad de que los gobiernos cuenten con una Política Agraria.
- La necesidad de contar con un diagnóstico que permita conocer la problemática del Sector Agropecuario y establecer prioridades.

**3. Hernán Tejeda** – Con respecto a los comentarios del Dr. Dillon considero, que el enfoque que pretendió dar al trabajo está orientado al subsistema vegetal, dentro del sistema agropecuario y considero necesario profundizar el análisis de sistema en un subsistema para poder comprender la problemática de todo el sistema. Quizás el trabajo podía titularse "Perspectivas y posibilidades en la Evaluación de Proyectos de Investigación Vegetal".

Conuerdo con el Dr. Dillon que el desarrollo de la ciencia agronómica se perdió en la especialización y considero también que la estadística en investigación mediante la técnica de "si" o "no" llevada en el pasado no fue realmente satisfactoria y existe además obsolescencia en las técnicas estadísticas utilizadas. Con respecto al enfoque exclusivamente agronómico al que se le enjuició, considero que la investigación puramente agronómica debe realizarse hasta una frontera en que se deben comenzar a considerar los aspectos económicos.

**4. Arnaldo Veras** – La consideración del subsector vegetal exclusivamente, limita el enfoque de sistemas, no considerando las interacciones que pueden resultar en un enfoque de sistemas que contemple los aspectos ganaderos. Pregunto si no sería conveniente en el ordenamiento de la investigación considerar como tecnología tradicional aquella en que no ha aplicado hasta el presente tecnología mejorada en vez de caracterizar a la misma en regiones o localidades que en su mayor parte presentan tecnología tradicional.

**5. Manuel Rodríguez** – Considero que la variable manejo esta correlacionada con otras variables y no se puede considerar como variable aislada, siendo necesaria la determinación mediante investigación.

**6. Hernán Tejeda** – El manejo que se recomienda y al cual se hace referencia en el trabajo es producto de la investigación, y dentro del trabajo el manejo se considera como determinado por la investigación.

**7. Miguel Cahuepé** – Deseo que se aclare porqué se habla de sistema vegetal si en el trabajo parece referirse a un cultivo.

**8. Hernán Tejeda** — El término producción vegetal considera al conjunto de cultivos de fibras, oleaginosos y granos.

**9. Antonio Teixeira** — Considero que no existe una teoría Agronómica y de existir se ahorrarían muchos gastos innecesarios de investigación. El Dr. Teixeira desea que el Dr. Tejeda conteste las siguientes preguntas:

- ¿Cómo se podría distribuir los recursos económicos para realizar estudios tendientes a obtener una teoría agronómica y para realizar estudios de investigación?
- ¿De partir para la búsqueda de una teoría agronómica cómo orientaría el proceso?

**10. Hernán Tejeda** — Con respecto a la pregunta de cual es la posibilidad de distribuir recursos para estudios de teoría agronómica y estudios de investigación no tengo contestación. Creo que los recursos que destinan los gobiernos a la investigación están presionados por los problemas que enfrenta la comunidad, pero existen institutos internacionales que a través de ellos se puede obtener financiamiento para la realización de estudios teóricos o de teoría Agronómica, y una vez que se obtengan los resultados satisfactorios serían varios los países beneficiados.

Refiriéndome a la segunda pregunta del Dr. Teixeira, no tengo muy claro qué orientación dar a una teoría agronómica pero quizás se pueda obtener una orientación del trabajo con equipos interdisciplinarios.

El desarrollo de la teoría agronómica creo que es casi intuitivo y realizada la investigación que permite no descartar una determinada hipótesis dará un camino a seguir. Se podría decir que el proceso de desarrollo de una teoría agronómica se puede realizar por el método de aproximaciones sucesivas.

**11. Alfred Thieme** — El enfoque que se puede dar a los programas de investigación específica como sistemas de manejo, sanidad, etc. deben realizarse no sólo en base a la búsqueda de una eficiencia física sino en base a conocer técnicas rentables que se pueden o se están utilizando y contraponen con técnicas de alta eficiencia físico - biológico. Puesto que muchas veces la aplicación de una determinada técnica, considerado exclusivamente el rol agronómico, puede no ser rentable económicamente. A menudo los sistemas tradicionales en determinadas regiones son más rentables que los sistemas mejorados.

**12. Eustaquio Costa** — Pregunto si no sería necesario, además de tener un plan general para la investigación, contar con equipos interdisciplinarios que permitan orientar la investigación.

**13. Hernán Tejeda** — Creo que las dos cosas planteadas por el Dr. Costa deben considerarse asociadas para poder determinar conceptos generales de la investigación. Considero que cada equipo puede tener sus propias conclusiones y el conjunto o la suma de conclusiones logradas por los equipos hace la idea general para plantear la investigación.

**14. Juan C. Martínez** — Considero que el trabajo realiza un aporte en el sentido de dar un enfoque integrador bajo lo que el autor denomina teoría agronómica y se enfrenta al esquema tradicional de "compartimentos estancos" en que se ha desarrollado la investigación. Este de por sí amarra la investigación a los problemas de producción cosa que no siempre está presente en la mente del investigador. En un segundo aspecto considero que el trabajo también realiza un aporte en el sentido de desarrollar modelos predictivos de relaciones tecnológicas ya sea en sus componentes determinísticos o estocásticos.

En relación con estos dos aspectos planteados, quiero llamar la atención sobre el hecho de que estos importantes pasos logrados, son condiciones necesarias aunque no suficientes para la evaluación de proyectos de investigación y la consiguiente orientación de la asignación de recursos para investigación.

**15. Hernán Tejeda** — Estoy de acuerdo con las acotaciones realizadas por el Dr. Martínez, y considero que desarrollar una teoría agronómica en sí no resuelve el problema, pero sirve de base para generar hipótesis de investigación. El dimensionamiento o aplicación de esta hipótesis se verá después de obtenido los resultados.

**16. Juan Algorta** — La investigación tal vez debería estar orientada a las necesidades de los productores y ésta necesidad en sí misma debería ser una variable a tener en cuenta. Para esto sería necesario contar con información a través de encuestas de campo. Esta información debería contener aspectos económicos y financieros para evaluar el aporte de nuevas técnicas considerando un sistema de producción, ya que considera no recomendable la difusión de nuevas técnicas en forma aislada.

**17. Miguel Cahuepé** — El trabajo considera parcialmente el enfoque de sistemas. Considero que el concepto de análisis de sistemas contiene un conjunto más amplio de elementos que interrelacionados actúan en el sentido de definir el sistema.

**18. Edmundo Gastal** — Los criterios para determinación de prioridades que están referidas en el trabajo se han tenido en cuenta para determinar los lineamientos de la investigación en Brasil en la Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuarias (EMBRAPA).

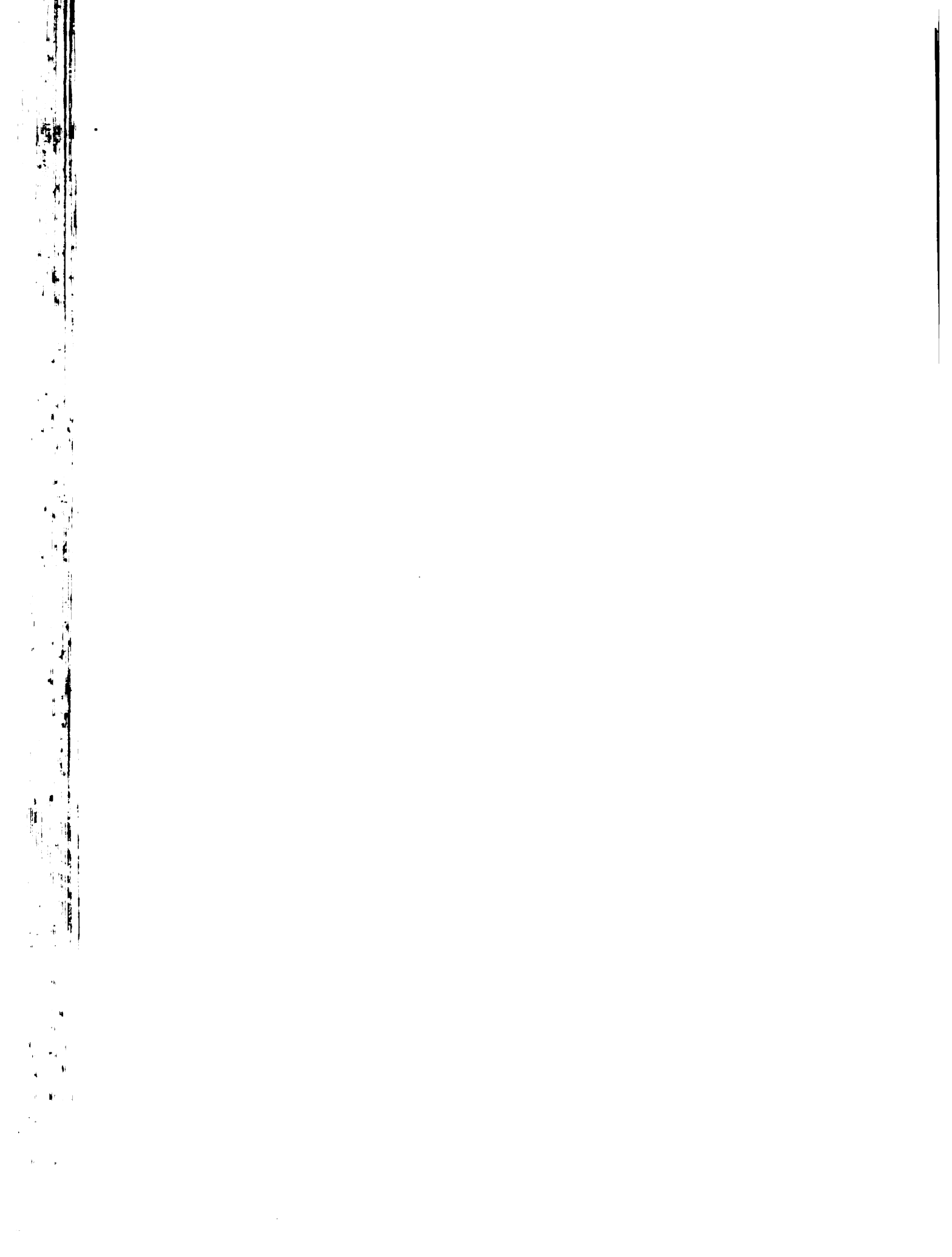
Desde otro punto de vista, me preocupa el enfoque de sistemas presentado. Creo que el mismo niega el enfoque de sistemas que se ha determinado en el presente y que tanto trabajo dio determinarlo. Dado que se consideran los aspectos exclusivamente agronómicos y el enfoque de sistemas actual tiene como finalidad llegar a determinar aspectos económicos y sociales. Los componentes económicos y sociales intervinen en el sistema y deben ser considerados. No se pueden considerar como aspectos parciales y aislados. En una palabra, no se puede parcializar el enfoque cuando todos los intentos actuales del análisis de sistemas procuran generalizarlo.

Para llevar a la práctica todos los conceptos que se han vertido hasta el momento en el Seminario se debe tener como condición necesaria la institucionalización en organismos de planificación para orientar la investigación, extensión, etc. y los proyectos prioritarios a nivel nacional.

En Brasil con EMBRAPA se intenta la planificación de la investigación y extensión.

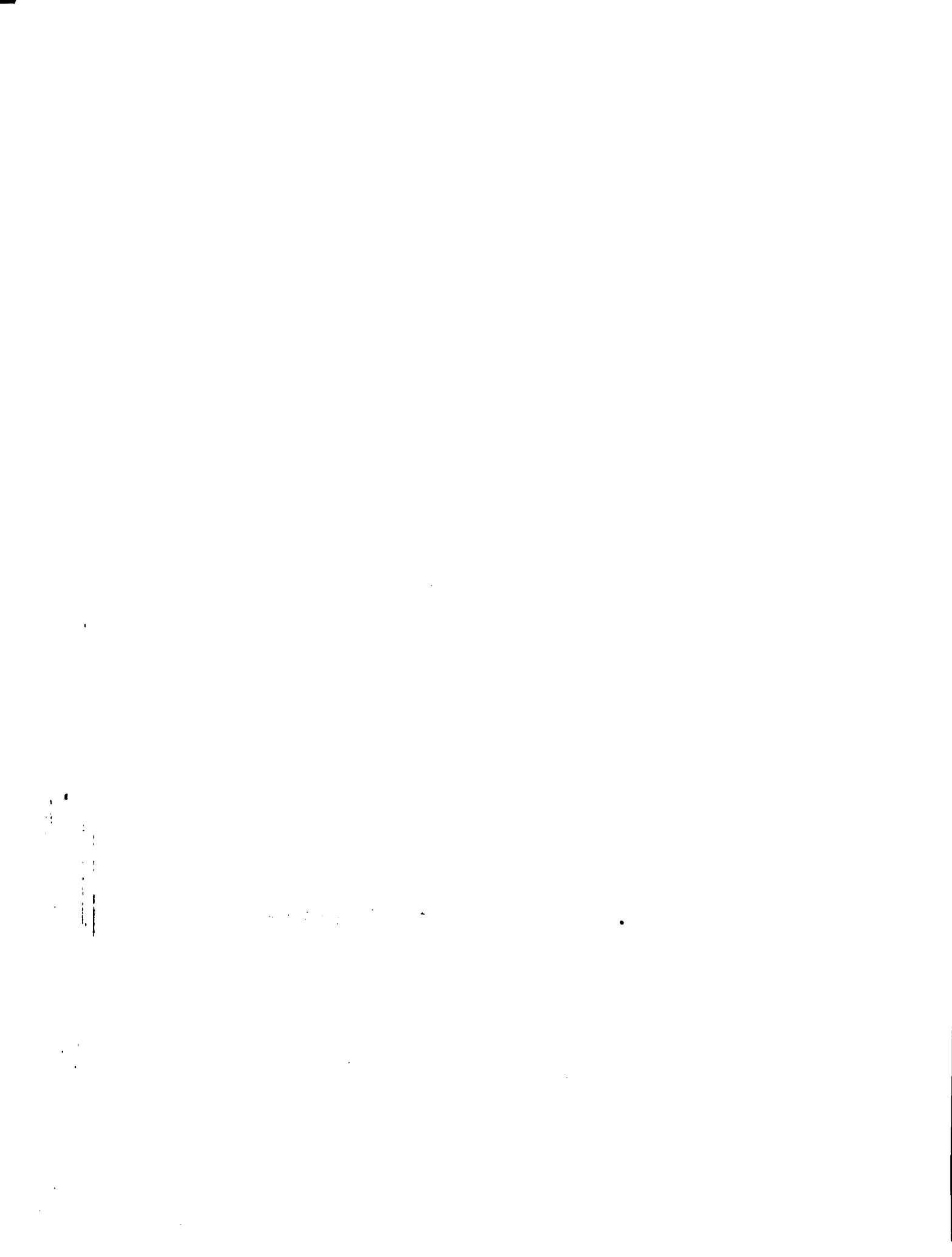
**19. Hernán Tejeda** — La separación del enfoque agronómico del económico se realizó tomando como objetivo enriquecer de elementos al subsistema para obtener un mejor producto del sistema en su conjunto.

Considero que se ha jugado con los conceptos, si bien el análisis de sistema se utiliza para la comprensión general de los problemas. En el trabajo he introducido el concepto de sistema dentro del sector exclusivamente, ya que considero que el sistema es síntesis de enfoques. Al igual que la agronomía es síntesis de diferentes disciplinas como por ejemplo: química, física, matemáticas, etc., por lo que considero que el sistema es síntesis de aspectos agronómicos, económicos y sociales.



## **CAPITULO IV**

**EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION ANIMAL  
EN BASE A UN ENFOQUE DE SISTEMAS**



## IV. EVALUACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION ANIMAL EN BASE A UN ENFOQUE DE SISTEMAS

Guillermo E. Joandet \*

### A. CONFERENCIA

#### 1. INTRODUCCION

El empleo de la metodología de sistemas es aparentemente reciente, sin embargo intuitivamente se la ha usado probablemente desde hace siglos. En las últimas décadas se la ha ordenado y racionalizado para la solución de problemas complejos en las ciencias exactas en un primer momento y en años recientes en las biológicas, que incluyen procesos tan complejos como lo son los agropecuarios.

En este trabajo hemos de rever algunos de los conceptos y explicar a través de un ejemplo una de las técnicas de evaluación dentro de la metodología de sistemas que pueden hacerse extensivas a la evaluación de proyectos.

El objetivo central del presente trabajo es promover la discusión sobre el tema aprovechando así de las experiencias de los presentes, por lo que las citas bibliográficas se han de evitar, en lo posible; al respecto es de destacar la revisión realizada por Anderson (1974).

#### 2. CONSIDERACIONES GENERALES

Existen varias definiciones de sistemas y entre ellas he elegido la que proponen Hall y Fagen (1956) dado que como ellos lo expresan, la palabra sistema tiene varias interpretaciones, algunas de las cuales no tienen cabida en discusiones científicas.

"Sistema es un conjunto de cosas junto con sus relaciones entre ellas y entre sus atributos". Esta definición es similar a la segunda acepción dada en el diccionario de la Real Academia Española: "Conjunto de cosas que ordenadamente relacionadas entre sí contribuyen a determinado objeto". Ambas definiciones son complementarias y poseen palabras mediante las cuales un sistema es definido: "cosas, relaciones, atributos y objeto".

Las cosas son los elementos que componen al sistema y pueden ser reales o abstractas, naturales o artificiales, y corporales o espirituales. En el caso de sistemas agrícolas, clima, suelo, animales, capital, etc., son las cosas que componen al sistema.

Los atributos son las cualidades o propiedades que caracterizan a las cosas, un suelo puede ser ácido, alcalino, arenoso, arcilloso, etc., o pueden cuantificarse como ser un suelo de pH 5,6; con 30 % de arena, etc.

Las relaciones son conexiones que existen entre las cosas debido a que unas son causa y otras efectos o son efectos determinados por causas comunes, por lo que existe una relación entre ellas, vale decir al modificar una se modifica la otra.

El objeto: indica que el sistema tiene un fin, o razón de ser o propósito.

El conocimiento científico que hoy emplea la humanidad ha sido obtenido en gran medida siguiendo un proceso de análisis, identificando los diversos elementos que componen el todo en estudio; aislándolos se pudo estudiar el comportamiento, constitución, relación con otros elementos, etc.

La metodología empleada en el estudio de sistemas sigue en cierto modo el camino inverso, estudia el todo en forma integral, es un proceso de síntesis de las cosas que han sido estudiadas en forma aislada. A veces ocurre que el comportamiento de las cosas es distinto cuando se las estudia en forma aislada que cuando se las integra, vale decir por el hecho de estar integradas no responden totalmente a la manera con que se espera se comporten en base al conocimiento científico previo que de un elemento individual se tiene. Es esta una de las ventajas de estudiar los sistemas, ya que siguiendo esta metodología es posible encontrar relaciones que no se conocían con anterioridad e incluso señalar los puntos donde falta conocimiento para poder integrar todos los elementos del sistema, es decir indica aspectos que deben ser investigados.

Al sistema normalmente se lo encuadra o delimita, de tal manera que todo lo que está encerrado en ese marco se lo reconoce como parte del mismo y el resto se dice que pertenece al ambiente. El sistema puede no estar influenciado por el ambiente, en cuyo caso se lo denomina cerrado, o puede interactuar con el mismo llamándose en este caso sistemas abiertos. Estos últimos son los que tienen interés para nosotros.

En general, en los sistemas físicos y químicos cuando se fijan las cualidades de las cosas y el ambiente permanece constante los sistemas dinámicos llegan a un punto de equilibrio, en cambio los biológicos no llegan a alcanzar el equilibrio pues no pueden fijarse las cualidades de los elementos del sistema. Además su interacción con el ambiente es permanente debido a procesos de retroalimentación, aún la muerte de algún organismo genera la vida de otros estando éstos fuera o dentro del sistema.

La introducción de nuevos elementos en el sistema muchas veces no es posible pues las exigencias que éstos tienen están fuera del marco del sistema mismo. Vale decir, los insumos requeridos por el elemento introducido no están presentes en el sistema o también puede suceder que los elementos ya existentes rechacen por incompatibilidad a lo que se pretende introducir; el estudio del sistema permite hacer esa clase de predicciones.

En el caso de la transferencia de tecnología, la misma es posible en aquellos casos en que se cumplen las exigencias de insumos o cuando no existe incompatibilidad con elementos ya existentes en el sistema donde se pretende introducirla o con el ambiente en el cual el sistema está ubicado.

Gran parte de la metodología de sistemas ha sido empleada por el hombre probablemente desde que éste existe; ante una situación determinada si hay más de una solución o salida y la misma depende de la toma de una decisión del hombre, éste de inmediato emplea parte de las técnicas de análisis de sistemas para decidir sobre la alternativa que le ha de reportar mayor utilidad. Del mismo modo los responsables administrativos de cualquier actividad en la actualidad emplean métodos de simulación para adjudicar recursos. El uso de las técnicas de análisis de sistemas brinda una herramienta que hace factible que la decisión sea menos subjetiva y considerando un mayor número de factores lo que aumenta la probabilidad de tomar la decisión correcta. Para emplear la metodología es necesario el trabajo de un equipo interdisciplinario, además del personal entrenado específicamente en análisis de sistema se requiere el apoyo de especialistas de las disciplinas que el sistema abarca. Los especialistas que actúan como consultores deben conocer los propósitos de la descripción y estar imbuidos de la filosofía de este tipo de tarea donde cada uno contribuye con su conocimiento en profundidad de cada cosa para lograr una descripción más exacta del todo. Es allí como se llega a reconocer que el trabajo aislado dentro de una disciplina puede llegar a ser estéril pues cuando se la pretende integrar no es capaz de contar con las respuestas que el sistema exige.

El empleo de la metodología de sistemas de ninguna manera reemplaza a la investigación clásica, a los buenos administradores, ni a las mentes creativas, muy por el contrario, necesita de ellas; es una nueva herramienta y como tal el éxito de su aplicación depende en gran medida de quien, cómo y cuándo se la usa. El uso de la metodología muchas veces plantea incógnitas, que de otro modo no hubiesen existido, lo cual da lugar a hipótesis y nuevas líneas de investigación para resolver problemas reales del sistema que se trata de describir.



Los sistemas agrícolas son complejos por varias razones, en primer lugar porque incluyen un gran número de elementos vivos que interactúan entre sí y con el ambiente que hace complicada la descripción. En segundo lugar porque existen elementos sujetos a procesos estocásticos lo que hace incierta la respuesta. Finalmente, porque están influenciados por aspectos socio-económicos no siempre de fácil cuantificación.

Por eso los sistemas agrícolas son de difícil descripción. Algunos trabajos realizados en ese sentido en general consideran una porción del sistema, vale decir, se definen subsistemas que son útiles en la medida que se cumplan los supuestos que se han hecho para describirlo; otros agrupan en pocas variables procesos complejos por lo que es muy difícil justificar las relaciones entre las variables y el sistema pierde sensibilidad, no reacciona ante cambios de los insumos o del ambiente.

### 3. DESARROLLO DE MODELOS

Para poder estudiar un sistema es necesario hacer una descripción del mismo; la descripción puede realizarse mediante un relato, éste a su vez puede ser más exacto, preciso y universal si se emplean funciones matemáticas que relacionen causas y efectos o relaciones entre efectos con causas comunes. El relato así efectuado cumple con una serie de reglas relacionando las cosas que componen al sistema, se los denomina modelo. Las reglas están dadas por un conjunto de ecuaciones matemáticas que tienen en cuenta la estructura, componentes y relaciones de causa efecto, así como los mecanismos de retroalimentación.

El hecho de tener un modelo matemático para describir a un sistema posibilita el empleo de medios rápidos de cálculo como son las computadoras que en poco tiempo pueden proporcionar una medida del producto dados los atributos de las cosas que componen al sistema y las características del ambiente donde está ubicado. En la medida de que el modelo represente con fidelidad lo que ocurre en la realidad es posible, mediante simulación, hacer distintos tipos de estudios o pruebas que faciliten la toma de decisiones. Antes de abordar este tema veamos en qué medida el modelo puede representar la realidad y cual es el proceso para lograr de que así sea.

Lo primero que es necesario definir es que tipo de respuesta se desea obtener o cuáles son las preguntas que es necesario contestar, vale decir, cuáles son los objetivos de la construcción de un modelo. De ello dependerá el nivel a que se debe plantear el estudio del sistema, dado que la descripción del mismo puede hacerse con distintos grados de detalle. Un sistema agrícola puede ser descrito a nivel de átomos, moléculas, células, tejidos, organismos, cultivos o poblaciones, el predio, la región, el país, el mundo o el universo. El objetivo para la construcción del modelo fija en cierto modo el grado de detalle que el mismo debe contener.

La forma práctica de desarrollar un modelo es ir de lo general a lo particular, el camino inverso puede hacer que se pierdan los objetivos. La descripción de un sistema requiere de un conocimiento previo de gran parte del mismo por parte de las personas que integran el equipo encargado de la construcción del modelo.

Además de los objetivos, debe planificarse la manera en que el modelo ha de ser evaluado; normalmente ello se realiza comparándolo con el comportamiento de las cosas en la realidad, tal comparación puede ser realizada en forma parcial o total y al proceso se lo denomina validación.

Dada la complejidad de los sistemas agrícolas para poder realizar su descripción es necesario dividirlos en subsistemas lo que facilita el trabajo dentro de especialidades para luego integrarlos y tener en cuenta las interacciones entre los subsistemas. Ello exige una evaluación y ordenamiento cuidadoso de la información y conocimiento disponibles. A continuación se trata de integrarla para lo cual es necesario conocer las relaciones entre las cosas, aquí es donde se hace imprescindible contar con la ayuda de biólogos, economistas, sociólogos, etc., que posibiliten la explicación de las relaciones y justifiquen el uso de determinadas funciones o ecuaciones matemáticas. Los especialistas permiten identificar las variables más importantes y hacer que las relaciones entre ellas se justifiquen técnicamente. Muchas veces nos encontramos que los

especialistas no conocen las interrelaciones de las variables, para sortear el problema se hace uso de las relaciones empíricas debiendo ser cauteloso en su empleo cuando no se cuenta con una explicación lógica que lo justifique y en este caso no deben satisfacerse explicaciones simples.

Ashby (1958) menciona el caso de aquel científico que deseaba saber el tamaño de los organismos que vivían en el mar; arrojó una red y luego de medir las presas obtenidas concluyó que los mismos medían por lo menos 5 cms de largo.

Por supuesto es un caso extremo y demuestra que se llega a conclusiones falsas por el hecho de no considerar en el experimento todas las variables que inciden en el resultado; en este caso no se consideró el tamaño de la malla de la red. Pero sin llegar a ridiculizar el método, muchas veces vemos que por falta de consideración de los supuestos a las variables que tienen incidencia sobre las relaciones, éstas no son reales. Tal es el caso de variables de tipo económico relacionadas a través del tiempo que al poseer una causa común aparecen como causa y efecto cuando en realidad son efectos de una causa común.

Regresando al problema del establecimiento de las leyes o relaciones empíricas si bien representan un escollo en el desarrollo de un modelo tiene sus ventajas y es uno de los beneficios del empleo de la metodología pues señala falta de información, necesidad de investigación adicional en esa área. Normalmente a medida de que se sigue agregando información, esas leyes dejan de ser escollos y el panorama se torna más claro al trabajar sobre el modelo.

Una característica de los sistemas agrícolas es que contienen procesos regidos por las leyes de probabilidades por lo que las relaciones entre variables no son exactas, vale decir predeterminadas, existe variación en el resultado de ciertos procesos. Así por ejemplo, si ha de llover un determinado día del año no puede ser especificado a priori pero conociendo la información de lluvia de la localidad puede determinarse la probabilidad de que llueva. Es un proceso estocástico que sigue una determinada distribución, que es la que nos interesa establecer.

La respuesta del sistema no será exacta o puntual, la misma contiene además de un promedio, una medida de la variación que muchas veces es más importante que la media pues es una medida de riesgo del proceso.

La inclusión de procesos estocásticos complica la construcción de modelos e implica la necesidad de hacer varias evaluaciones ante un grupo de parámetros fijos para tener una medida de la variación. El hecho de que una relación involucre un proceso estocástico no implica que éste debe ser incluido en el modelo; ello depende del objetivo del modelo. Así por ejemplo, los genes que pasan de una generación a la siguiente lo hacen luego de un proceso estocástico; sin embargo, no es peligroso suponer que son los mismos si no hay selección y la población es grande, por lo que puede establecerse sin mucho riesgo una relación de tipo determinístico.

La inclusión de variables socio - económicas en el modelo tiene ventajas cuando se desea emplear el mismo en el proceso de optimización, en general ese tipo de variables se las define como pertenecientes al ambiente sobre todo los aspectos sociales que son más difíciles de cuantificar. Sin embargo, a nivel de un país o del punto de vista de los responsables de la toma de decisiones de tipo político, la decisión no debe necesariamente basarse en el resultado económico sino que debe tratar de maximizar el valor utilitario del sistema.

El aspecto económico no representa la totalidad de la utilidad que incluye además aspectos sociales que hacen al beneficio de la comunidad donde el sistema está descrito. La pregunta es si las cosas relacionadas con los aspectos socio - económicos deben pertenecer al modelo. De ser así se los debe cuantificar y establecer las relaciones con los otros elementos del mismo. Ello permite que intervenga en la solución cuando se pretende optimizar la utilidad. Si fuesen sólo elementos del ambiente influyen al imponer restricciones al sistema y puede estudiarse el efecto que el sistema tiene sobre los aspectos socio - económicos en la medida que el proceso de retroalimentación haya sido cuantificado.

#### 4. UTILIZACION DE LA METODOLOGIA

Aquellas instituciones que planean utilizar la metodología de sistemas no deben pensar en el desarrollo de modelos gigantescos, que contemplen todas las posibilidades de combinación de elementos que los componen, y en cambio deben promover el desarrollo de grupos de investigación de sistemas que posibiliten la planificación de un programa tendiente a desarrollar modelos que contesten a las preguntas que se formulen en los diversos niveles.

La creación de grupos de investigación en sistemas para la toma de decisiones puede aprovechar de los modelos biológicos ya desarrollados en otros lugares o adaptar los mismos cuando los supuestos en los cuales ellos se basan no se cumplen enteramente. Para el empleo de dichos modelos se requiere que sean analizados tanto su detalle como su comportamiento por personal con experiencia en los problemas locales que se tratan de resolver. Una manera práctica de encarar los problemas es mediante la realización de sesiones de discusión durante el desarrollo y puesta a punto de modelos entre los responsables de esa labor y los diversos grupos de investigación en ramas biológicas, económicas y sociales que sirvan de apoyo al grupo de sistemas. Este tipo de intercambio a través de discusiones es de beneficio en ambos sentidos pues proporciona al grupo de sistemas información para la descripción apropiada que se emplea en la construcción de modelos y a la vez familiariza a los investigadores con la metodología y filosofía que los sistemas encierran, haciendo de ese modo que los trabajos aislados de investigación se integren al todo. Incluso muchas veces la forma de encarar los trabajos de investigación puede variar si los investigadores deben responder con ellos a las dudas puestas de manifiesto durante el planteamiento o la descripción de un sistema.

La eficiencia en los procesos de toma de decisiones basándose en la metodología de sistemas, en la medida con que se cuente con la información sistematizada y ordenada, debe ser mayor que el hacerlo en la manera subjetiva sin el empleo de esta herramienta, la cual es particularmente útil para procesos complejos donde intervienen un gran número de variables como justamente lo son los sistemas agrícolas. Dichos sistemas deben incluir variables de tipo biológico así como aquellas que se relacionen con los aspectos económicos y sociales que en lo posible deberán ser considerados dentro del marco del sistema. El complejo biológico social - económico en la medida que se lo cuantifique es posible de ser sometido a procedimientos matemáticos para estudiar distintas reacciones del mismo cuando se trata de modificar uno o más de sus componentes con el fin de planear y establecer distintas estrategias frente a situaciones predeterminadas.

La finalidad del análisis de sistemas no sólo es de poder predecir cuál será el resultado de una determinada combinación de insumos sino también permite estudiar cuál es la importancia relativa de cada una de las variables que componen al sistema. La importancia relativa puede ser estudiada observando la reacción del sistema cuando se cambian los atributos de una de las variables, se puede comprobar de esa manera que los cambios producidos son en ciertos casos insignificantes, siendo en consecuencia el sistema muy estable o poco sensible a este cambio. Desde el punto de vista del que tiene que tomar las decisiones es importante conocer a priori cuál será la reacción del todo cuando se modifican los insumos y hasta qué grado pueden éstos ser modificados sin causar disturbios del sistema, o cuáles hay que variar y en qué medida para provocar cambios. El grado de sensibilidad del sistema ante el cambio de una determinada variable depende muchas veces del estado en que el sistema se encuentra.

Veamos con un ejemplo como puede estudiarse la importancia relativa de uno de los factores, que normalmente se lo considera importante, como es el caso de la incidencia de la fertilidad en la eficiencia de producción de un rodeo de cría.

Se han planteado cuatro sistemas de producción identificados por distintas políticas de eliminación y reemplazo en base a los vientres vacíos y edad final de producción de las vacas. La simulación que se hizo se basa en una serie de supuestos biológicos que son comunes a todos los sistemas y que no vale la pena enumerar aquí.

Las políticas que caracterizan a los sistemas son:

**Sistema 1:** No se eliminan las vacas vacías.

**Sistema 2:** Se elimina el 50 % de las vacas vacías.

**Sistema 3:** Se eliminan todas las vacas vacías.

En todos estos casos la edad de las vacas al último entore es de 9 años, vale decir son eliminadas por edad luego del destete a los 10 años.

**Sistema 4:** Se eliminan todas las vacas y la edad al último entore se hace a los 4 años o sea se elimina toda vaca de 5 años luego del destete.

La variable utilizada en las comparaciones fue el peso vivo producido en cada caso por unidad de energía consumida, vale decir era un índice de eficiencia. Para medir el efecto de la fertilidad, ésta se hizo variar entre 100 % y el nivel mínimo factible en cada sistema. Las relaciones entre fertilidad y la eficiencia de producción depende del sistema en la cual se haga la comparación. Aunque las relaciones no son lineales el coeficiente de regresión de eficiencia en fertilidad nos da una idea de la sensibilidad, de como el sistema responde ante un cambio de una unidad de fertilidad. El mismo fue de 0,58; 0,26; -0,005 y de 1,62 para los sistemas descriptos. El sistema 3 es el que más se acerca a la situación argentina y como vemos no existe una relación entre fertilidad y eficiencia lo cual podría explicar el poco interés del productor para aumentarla, así como también la gran importancia que tiene cuando estamos frente a un sistema muy intensivo como es el 4º caso.

Esta técnica puede ser extrapolada a otras variables y a otro nivel que permita hacer comparaciones, todo depende del grado de detalle con que se haya hecho la descripción.

Las técnicas de análisis de sensibilidad o postoptimización y de estudios paramétricos pueden ser empleadas para estudios de este tipo para evitar gastos excesivos de computación aunque estas técnicas se basan en relaciones lineales.

Uno de los aspectos que requiere mayor desarrollo y simplificación son los procesos de optimización que normalmente son empleados para elegir las soluciones más adecuadas para una determinada situación. Algunos de los métodos empleados con este propósito no reconocen variación, tal es el caso de programación lineal que además exige un modelo lineal, poco común en los procesos biológicos, para introducir variación con este método el mismo modelo debe ser planteado muchas veces con distintos valores de sus parámetros obteniéndose así una zona con todas las soluciones; es un proceso costoso. Quizás la extensión de la metodología empleada en el estudio de superficies de respuesta pueda simplificar la manera de hallar la zona donde se encuentra el óptimo, por otro lado normalmente no nos preocupamos por el óptimo pues éste cambia en cuanto se hace variar el atributo de alguna de las cosas que componen al sistema. Para aquél que toma las decisiones, lo importante no es conocer una solución, lo cual es caro, sino el saber dónde, en qué zona la solución se encuentra, la metodología para este proceso debe ser desarrollada; aunque no es mi especialidad, intuitivamente parece ser mucho más simple que el empleo de otros métodos existentes en la actualidad.

El trabajo en sistemas presupone un trabajo en equipo. La investigación agrícola debe estar enmarcada dentro de determinados límites que se suponen son los márgenes del sistema, sin embargo, para simplificar la tarea de análisis, muchas veces se hacen supuestos que no se cumplen en la mayoría de los sistemas a los cuales esas investigaciones están destinadas; así es como después no pueden ser aplicadas. Tomemos un ejemplo para aclarar este punto. Los especialistas en producción animal normalmente reconocen que el animal que crece más rápido es el más eficiente, ello es cierto si se considera solamente el animal en crecimiento y con una disponibilidad de nutrientes por encima de cierto nivel. Como para producir un animal de velocidad de crecimiento elevada hay que disponer de padres similares que por ende son de gran tamaño, cuando se considera la eficiencia de todo el sistema, cría y engorde, se aprovecha igual o peor el alimento disponible con animales de gran tamaño que si se lo hiciera con razas de tamaño más reducido. El otro

aspecto es que si no se asegura una disponibilidad de nutrientes mediana a alta, el animal en engorde más grande es menos eficiente que el más pequeño. La mayoría de los sistemas sobre los cuales se hace ganadería en el mundo tienen baja o muy baja disponibilidad de nutrientes, aún en aquellos países donde se ha llegado a un alto grado de sofisticación en lo referente a la alimentación de bovinos en el futuro habrá una tendencia cada vez más marcada hacia los sistemas pastoriles, lo cual implica mediana o baja disponibilidad, por lo que el animal pequeño tendrá ciertas ventajas. Cuando se afirma entonces que los más grandes son los más eficientes, se debería indicar cuales son los supuestos en los cuales se basa esa afirmación y a poco de estudiar la probabilidad de que los mismos se cumplan veremos que la misma es bastante baja. Además si la investigación o el estudio de la eficiencia se hubiese realizado en el marco de la mayoría de los sistemas, a los cuales supuestamente está destinada, las conclusiones habrían sido otras. Algo similar sucede con el consejo de aumento de producción de leche en vacas de carne.

El hecho de tratar de describir sistemas tiene ciertas ventajas pues a poco de andar uno descubre que hay mucha información que está faltando, se abren interrogantes y por ende líneas de análisis o investigación. Cuando se tiene la descripción completa, aunque para haberla haya tenido que recurrirse a supuestos para llenar lo que faltaba, es posible evaluar cuales son los interrogantes y probablemente llegar a establecer un orden de prioridades para resolverlos. El orden de prioridad puede llegar a establecerse considerando la incidencia de cada uno de esos interrogantes sobre el producto final, midiendo las consecuencias económicas y/o sociales de su solución o la interacción con otros elementos del sistema. Este es uno de los puntos de atracción de sistemas para los administradores que ven en esta metodología una herramienta que les ayude en la toma de decisiones. La herramienta es de utilidad en la medida que se cumplan los supuestos con la que fue desarrollada, en otras palabras mientras no se modifique el ambiente del sistema que se ha empleado en su descripción.

Creo que podría concluirse que el establecimiento de grupos de investigación en sistemas puede contribuir en la toma de decisiones para determinar las líneas de investigación tendientes a promover el desarrollo socio - económico de un país, cuan acertada será la decisión en la fijación de prioridades depende de la precisión en la descripción de los sistemas, en los procesos de optimización empleados y de la estabilidad del ambiente para no violar los supuestos.

La metodología como puede apreciarse permite evaluar proyectos en la medida de que la descripción se realice a nivel de proyecto o a nivel de variables con las cuales puedan asociarse los proyectos. Así es como puede llegar a establecerse cual sería la importancia relativa de cada una de las variables medida quizás en término de la función objetivo que se pretende optimizar. Del mismo modo sería factible evaluar la incidencia del proyecto sobre el elemento que se optimiza. Esta evaluación puede hacerse en función de tiempo pues bien podría suceder de que elementos de poca importancia relativa en un determinado momento sean de interés en otro; vale decir al modificarse las condiciones del propio sistema o del ambiente por efecto de éste, la importancia relativa de los elementos que lo conforman puede verse alterada. A los administradores les interesa conocer la importancia relativa inmediata, a mediano y/o largo plazo por lo que la metodología aquí discutida puede muy bien servir como un elemento de juicio más en la toma de decisiones.

Creo que es necesario recalcar nuevamente que la respuesta depende enteramente de la información en la cual se basa, el hecho de que no sea acertada no depende de la herramienta (sistemas) sino de como se la ha empleado.

## 5. BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSON, J. R. 1974. Simulation: methodology and application in agricultural economics. *Rev. Mark. and Agric. Econom.* March: 3 - 55.
2. ASHBY, W. R. 1958. General system theory as a new discipline. *General Systems.* 3: 1 - 6.
3. HALL, A. D. and FAGEN, R. E. 1956. Definition of system. *General Systems.* 1: 18 - 28

## B. COMENTARIOS

**1. Hernán Caballero** — En estos comentarios se tratarán de reseñar los aspectos más importantes del trabajo presentado y se formularán diversos interrogantes y consideraciones a lo planteado por el autor.

Este trabajo presenta diversos aspectos generales relativos a la definición de sistemas, sus alcances e implicancias y problemas involucrados en su aplicación.

Se hace resaltar la diferencia entre el enfoque tradicional de la investigación y la actual metodología empleada en el estudio de sistemas, dejando en claro que esta última involucra una complejidad mayor, aunque posee numerosas ventajas.

Se plantea y se discute el uso de modelos para describir los sistemas y se menciona la posibilidad de incluir en ellos, además de las variables económicas, algunos aspectos sociales, aunque se reconoce que estos últimos son especialmente difíciles de cuantificar.

En el ejemplo presentado por el conferencista, se nos demuestra como puede estudiarse la incidencia de la fertilidad en la eficiencia de producción de un rodeo de cría. Aprovechando la gran experiencia del Dr. Joandet, sería interesante que ampliara un poco más sus puntos de vista, con el fin de cubrir más ampliamente el tema asignado y que se refiere a "Evaluación de Proyectos de Investigación Animal en base a un enfoque de Sistemas". En el caso presente sólo hemos visto con cierto detalle la importancia relativa de un solo factor.

Referente al empleo de la metodología de sistemas, se hacen algunas recomendaciones al respecto y en este sentido se menciona la posibilidad de utilizar en nuestras investigaciones modelos biológicos ya desarrollados en otros lugares, realizando los ajustes correspondientes.

Esta práctica puede involucrar ciertos riesgos al ser utilizada en forma indiscriminada, ya que existe la tendencia en muchos investigadores de ser imitativos y pudiera ocurrir que al no existir personal suficientemente capacitado que oriente y dirija correctamente la investigación, se tomen estos modelos importados como simples recetas, que pueden originar quizás un ejercicio técnico-académico interesante, pero que poco aportan al progreso real de la investigación y su adecuada aplicación.

En la utilización de la metodología de sistemas se hace énfasis en la creación de grupos interdisciplinarios y del trabajo en equipo, lo cual es altamente recomendable, pero desgraciadamente no siempre practicado en nuestro medio.

La mayor parte de las investigaciones exitosas se desarrollan porque existe un individuo o individuos con suficiente imaginación y debidamente preparados, motivados y comprendidos por su LIDER. Además debe disponerse de suficiente apoyo financiero y ayuda material en equipos y facilidades.

Referente al personal técnico, Fred Morley calcula que para la elaboración de un Sistema de Producción bovina, con la consecuente construcción del modelo respectivo se necesitarían alrededor de 16 especialistas altamente calificados.

Ahora bien, ¿en cuántas de nuestras Instituciones de Investigación tenemos estas condiciones y que además dispongan de objetivos simples y concretos en los planes de investigación a corto y largo plazo?

¿Conocemos realmente el campo, su producción y en ella el cómo y el porqué de sus sistemas?

¿Conocemos y comprendemos al agricultor en sus reales necesidades e inquietudes?

Creo que estas preguntas nos ayudarán a colocarnos en una real dimensión con respecto a nuestra situación y nos harán reflexionar sobre la adecuada aplicación de esta nueva modalidad de investigación.

La escasez de personal debidamente capacitado en los aspectos técnicos y con un adecuado conocimiento y comprensión de los problemas del campo es crítica. En este sentido debemos pensar en la futura formación y enseñanza de nuestros profesionales en base a una nueva mentalidad y realidad, ya que en muchas de nuestras facultades se originan profesionales inadecuados para las reales necesidades del Agro. Se opera generalmente en el vacío, impartiendo una serie de conocimientos de disciplinas aisladas que finalmente desembocan en un gran mosaico de parcelas informativas casi siempre inconexas y que supuestamente deberían equipar al estudiante para contribuir al mejoramiento de la producción y la productividad agrícola. Desgraciadamente esto no siempre ocurre, y en la mayoría de los casos se genera un profesional que aunque puede poseer una adecuada preparación académica, carece del conocimiento práctico necesario e integral para que su esfuerzo y capacidad se transforme en una acción útil y de real impacto en el medio rural.

Ahora bien, considerando que anteriormente se trató el tema: "Evaluación de Proyectos de Investigación Vegetal en base a un Enfoque de Sistemas" y ahora estamos viendo lo relativo a Investigación Animal, se harán algunos comentarios y alcances a las dificultades y mayores complicaciones que involucran los últimos, con el fin de enfatizar la dificultad de su debido y correcto desarrollo y evaluación.

a. Los sistemas de Producción Animal exigen una serie de toma de decisiones a través del proceso productivo, lo que los hace dinámicos y complejos. Los Sistemas de Producción Vegetal son más sencillos y estáticos.

b. Los Sistemas de Producción Animal presentan gran diversidad en la modalidad de explotación y en el uso de la tierra.

c. La mayoría de los Sistemas de Producción Animal involucran diversos aspectos relacionados con reproducción, crecimiento y engorde, lo que hace necesario una adecuada comprensión y manejo de todo el proceso. Una falla en cualquier parte de esta cadena puede alterar o hacer fracasar el Sistema.

d. Los Sistemas de Producción Animal (vacuna) involucran ciclos de Producción más largos que los Sistemas de Producción Vegetal y los efectos de las decisiones tomadas hoy, tienen efectos en años posteriores que no llegamos a apreciar ni a comprender en toda su magnitud.

e. En los Sistemas de Producción Animal, a través del tiempo, se originan productos intermedios que deben manejarse adecuadamente al igual que los productos finales. De ello dependerá la mantención y el éxito de todo el Sistema.

f. La gran complejidad de los Sistemas de Producción estriba principalmente, en que éstos están más afectados que los sistemas vegetales por factores incontrolables. Además la variedad de productos a obtener y la interacción y competencia entre éstos adicionan otras complicaciones.

g. La programación y manejo del presupuesto operativo de los Sistemas de Producción Animal es más difícil que en los Sistemas Vegetales. Además se requiere, normalmente para los primeros, una mayor inversión de capitales.

Esto sólo para mencionar alguna de las implicaciones y problemas que involucran los Sistemas de Producción Animal y su adecuada evaluación.

Se insiste en el hecho que el éxito de la investigación en base a Sistemas de Producción y su correcta evaluación va a depender fundamentalmente de la adecuada preparación de nuestros investigadores y de la correspondiente comunicación, comprensión y colaboración entre ellos. Esto no es fácil como quedó demostrado anteriormente, debido principalmente al tipo de formación profesional y al escaso conocimiento real que se tiene normalmente del medio rural. La educación de post - grado en el extranjero podría ayudar en la adecuada preparación profesional. No obstante, ella es de efecto limitado, relativamente costosa y no siempre exitosa. De esta manera la solución perdurable debe buscarse dentro de nuestras propias Instituciones de Educación e Investigación.

Por otra parte, toda Investigación en base a Sistemas de Producción debe tener una probabilidad razonable de ser mejor que los sistemas en uso, para lo cual es necesario disponer de suficiente información al respecto. De otra manera solo conseguiremos desprestigiar nuestra investigación y malgastar los escasos recursos disponibles.

Además, la Investigación en base a Sistemas de Producción no debe introducirse en todos los aspectos de la Investigación, ya que algunos de ellos no se prestan para esta estrategia y por otra parte producirá la resistencia de los investigadores que trabajan en ella y cuya información nos será de mucha utilidad para perfeccionar nuestro modelo. No obstante, este modelo no debe constituir un fin en si mismo, sino que un medio para perfeccionar y ajustar nuestro Sistema de Producción con miras a aumentar sus probabilidades de éxito.

A continuación, formularé algunas preguntas y consideraciones, para incentivar a los participantes en la futura discusión de este interesante tema.

¿No habremos tomado, en algunos casos, este nuevo enfoque de la Investigación con demasiado apresuramiento, sin tener los medios físicos y humanos para abordarla debidamente y descuidando lo que veníamos haciendo medianamente bien, o por lo menos con éxitos parciales?

¿Estamos considerando diferentes alternativas en nuestros Sistemas de Producción, para proteger al agricultor, nuestro usuario, que se debate en un ambiente muchas veces hostil y generalmente de gran incertidumbre por factores políticos y sociales internos y externos?

¿Estamos elaborando sistemas rígidos y completos, sin dar la oportunidad para que el agricultor tome algunas decisiones propias?

¿En nuestros Sistemas estamos buscando una mayor producción sin considerar la oportunidad o el momento de esta mayor producción?

Estas y otras interrogantes e inquietudes no pretenden disminuir la importancia que tiene la organización de la Investigación en base a Sistemas de Producción. Por el contrario, ellas pretenden colocar el problema en su real dimensión y colaborar a un mejor entendimiento de esta nueva técnica o procedimiento con el fin de que su aplicación y desarrollo sea adecuado y no se transforme simplemente en una nueva moda, que al ser mal comprendida y erróneamente aplicada puede producir más daños que beneficios. Debemos reconocer, que nuestra Investigación en América Latina, no ha sido siempre exitosa debido principalmente a que no hemos sido capaces de proporcionar respuestas adecuadas a las inquietudes de los agricultores y muchas veces hemos fabricado tecnologías, sin considerar debidamente las características histórico culturales y las condiciones financieras y estructurales del medio socio - económico en el cual se piensan aplicar.

En este sentido, la investigación basada en la modalidad de "Sistemas" podría ayudar a enmendar rumbos. No obstante se insiste en que ello no es fácil, ya que involucra, además de una conveniente formación básica y conocimientos prácticos pertinentes, una "nueva manera de pensar" sobre los problemas, una adecuada actitud mental ante la situación planteada y un cuerpo técnico (tanto investigadores como administradores) debidamente capacitado y compenetrado en esta filosofía.



Finalmente se estima de interés puntualizar que nuestra investigación debe considerar a la Producción Animal como un "sub-sistema" correctamente integrado al "Sistema" Agrícola total. De esta manera, la Producción Animal debe estimarse como un medio para mejorar la eficiencia de la Agricultura, para mantener su productividad, para aumentar su rentabilidad y para incrementar la disponibilidad de alimentos para el consumo humano. Constituye un medio o una posibilidad más, para utilizar terrenos y diversos productos y debe fomentarse siempre que ello resulte biológica y económicamente justificado, especialmente considerando la mantención y mejoramiento de la estructura y fertilidad del suelo.

**2. Miguel Cetrángolo** — Considero que es necesario remarcar la diferencia que existe entre el término sistema y los modelos escalares (Modelos Icónicos), que representan las propiedades del sistema pero sus objetivos son diferentes. El sistema tiene como objetivo maximizar el resultado económico, mientras que el modelo escalar puede tener como objetivo investigar las relaciones que existen entre los componentes del sistema, determinar lagunas en la información disponible sobre el sistema, determinar nuevas líneas de investigación, demostración a los productores, etc.

A su vez considero importante desarrollar más el problema de los eventos de tipo incierto (por ejemplo: clima); Dillon manifestó la importancia de la utilización de la información subjetiva, pues muchas veces la información histórica se utiliza tal cual aparece en las series; y esto trae como consecuencia un alto grado de determinismo al desarrollar distribuciones de frecuencia de esta información histórica.

Por último, no cabe duda de la dificultad de integrar equipos interdisciplinarios que trabajen en el enfoque de sistemas. Una de las formas para lograr este objetivo es persuadir a los técnicos de las diferentes disciplinas; otra puede ser más coheritiva buscando forzar la integración del equipo, pues muchas veces por medios persuasivos no se logra integrar el equipo.

**3. Guillermo Joandet** — Los aspectos sociales generalmente son difíciles de cuantificar, aunque a veces no es necesario cuantificarlos, puede ser el caso de modelos que maximizan el uso de mano de obra.

Con respecto al uso de modelos desarrollados en otros países, es necesario tener en cuenta los objetivos y el ambiente para los cuales fueron desarrollados; de forma de no utilizarlos como si fueran una receta.

Respecto a que el Dr. Morley considera que un equipo debe constar de 16 especialistas para desarrollar un modelo de producción animal, considero el número excesivo a no ser que se describa el modelo por sectores. El grupo debe ser a lo más de 5 - 6 personas para que funcione sin problemas e interferencias.

**4. Hernán Caballero** — Con respecto a la cita del Dr. Morley, los especialistas no trabajan en forma simultánea sino que lo hacen en diferentes momentos del desarrollo del modelo. Lo importante en la integración del equipo no es la cantidad de técnicos, sino la calidad para lograr el objetivo buscado.

**5. Miguel Cauhepé** — Para lograr un buen trabajo de equipo, son de suma importancia los objetivos del trabajo, los cuales deben estar claros; por otra parte hay formas para lograr una buena integración del equipo, puede ser a través de las técnicas de Dinámica de Grupos. Tengo conocimientos de grupos numerosos que están realizando una buena tarea, como el de Colorado, U. S. A.

En un principio es difícil integrar equipos interdisciplinarios, pero si el equipo tiene los objetivos claros, los especialistas se integran efectivamente y muestran una gran apertura; por lo pronto es mi experiencia en U. S. A. Por otra parte no hay muchos grupos de este tipo en el mundo como lo señaló el Dr. Caballero.

El ejemplo propuesto, es un modelo con restricciones y analiza una sola variable. Para evaluar proyectos de investigación, los grupos que planifiquen los proyectos deberán usar otras variables (competencia entre ganadería y agricultura por el uso de la tierra) y modelos más generales.

El ciclo biológico largo de los bovinos, permite el uso de modelos de simulación para obtener información a priori, ya que hay variables que son importantes en el largo plazo y la simulación permite obtener información sobre ellas con gran ahorro de tiempo y recursos.

Usualmente hay una confusión entre el término modelo y sistema; el modelo describe al sistema y puede ser matemático, físico representando a escala las propiedades del sistema, (caso de los prototipos en la industria).

Considero de suma importancia las variables estocásticas, los modelos las pueden describir mediante una distribución probabilística. No tengo contradicción con Dillon en el uso de información subjetiva, ya que su uso es mejor que no tener nada, cuando la información la brinda un técnico con seriedad y experiencia en la materia. Los datos históricos no deben ser usados como elementos determinísticos, sino para crear distribuciones de frecuencia.

Considero importante también el uso de información subjetiva, hay casos concretos en que personas experimentadas pueden dar una idea concreta sobre un evento incierto; a su vez existen técnicas que permiten utilizar este tipo de información.

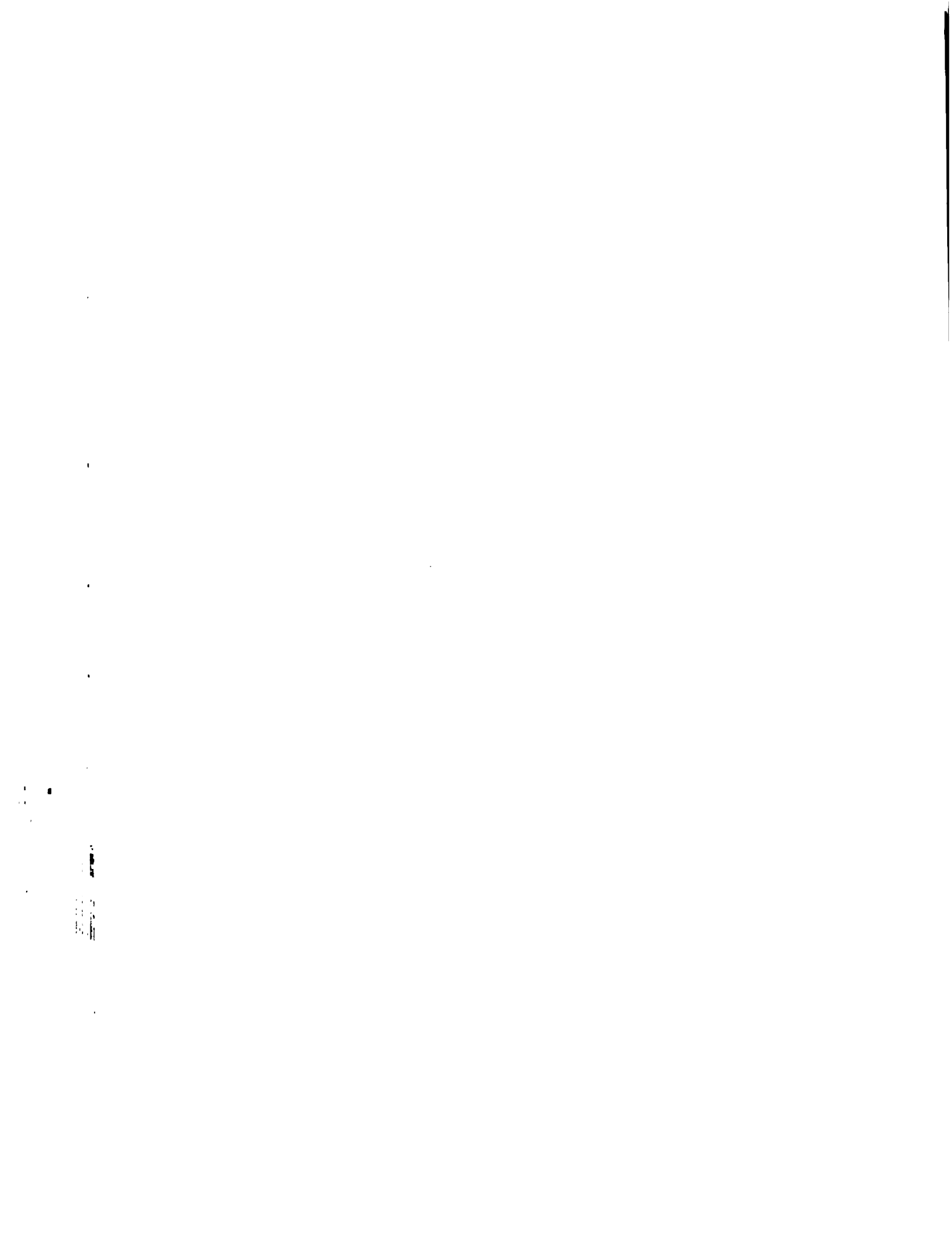
**6. Edmundo Gastal** — Respondiendo algunas preguntas planteadas por el Dr. Caballero, considero que no hay precipitación en adoptar el enfoque de sistemas en investigación. El enfoque de sistemas no suplanta al método analítico de investigación, sino que son complementarios; la ventaja del enfoque de sistemas es que considera el proceso de desarrollo económico y social en el cual se realiza la investigación. A su vez, considera los problemas, de los productores, pues este enfoque utiliza información proveniente de los productores y resultados de la investigación.

Con respecto a que los resultados obtenidos por el enfoque de sistemas sean muy sofisticados y no lleguen al nivel del productor, esto no es así, pues considero que la investigación y difusión de tecnología constituyen un mismo proceso; por lo tanto, utilizando la investigación de sistemas se disminuyen las probabilidades de obtener resultados no acordes con las necesidades de los productores.

Por último, es necesario crear equipos interdisciplinarios de trabajo, y considero que la cifra citada por el Dr. Morley es una referencia solamente y que la cuantificación es muy relativa, dependiendo del tipo de problema que se va a investigar.

## **CAPITULO V**

**EVALUACION ECONOMICA DE LA INVESTIGACION  
AGROPECUARIA: UN EJEMPLO DEL USO DE PROGRAMACION LINEAL**



## V. EVALUACION ECONOMICA DE LA INVESTIGACION AGROPECUARIA: UN EJEMPLO DEL USO DE PROGRAMACION LINEAL \*

Martín E. Piñeiro \*\*

### A. CONFERENCIA

#### 1. INTRODUCCION

La evaluación económica de la investigación es un tema relativamente nuevo en la profesión académica. Sin embargo, la creciente importancia del progreso tecnológico como instrumento del desarrollo económico y el consecuente incremento de las inversiones en esta área hacen imprescindible la puesta a punto y utilización de metodologías que permitan un análisis adecuado a cada situación.

Este trabajo presenta y ejemplifica, a través de un caso concreto, la utilización de modelos de programación lineal a los efectos de medir la rentabilidad social de la investigación agropecuaria.

El trabajo consta de tres partes. En la primera se hace un breve planteo del problema que nos ocupa. En la segunda se presentan sucintamente los antecedentes metodológicos existentes y su vinculación a la propuesta contenida en este trabajo. Finalmente, la tercera parte es el desarrollo de una aplicación empírica de la metodología presentada.

#### 2. PLANTEO DEL PROBLEMA

La noción de que el progreso tecnológico es la fuente de crecimiento económico más importante con que cuenta la humanidad está bien difundida no sólo entre científicos sino también entre el público en general. Por el contrario, recién en años recientes, particularmente en Latinoamérica, se ha tomado conciencia de que la magnitud de este progreso tecnológico depende, al menos en parte, de los recursos humanos y materiales que el Estado dedica a esta actividad.

Esta situación es particularmente importante en el sector agropecuario por el rol preponderante que el Estado tiene en la actividad de generación de tecnología. Esta actividad, asimétrica en cuanto a lo que ocurre en otros sectores productivos, surge de dos hechos relacionados. Por un lado, la relativamente pequeña magnitud que en general tienen las empresas agropecuarias, con la excepción de algunos subsectores como el de la caña de azúcar que se caracterizan por la existencia de grandes explotaciones integradas verticalmente, hace imposible por razones de economía de escala encarar las actividades de investigación y desarrollo característico de muchos sectores industriales. Por otro lado, únicamente algunas técnicas agropecuarias como la semilla híbrida o la mecanización reúnen las características necesarias para que, en el marco institucional de una economía capitalista, los excedentes generados por dicha tecnología puedan ser apropiados, al menos en parte, por quien genera dicha tecnología. Ejemplo de esto es el hecho de que un conjunto importante de técnicas, especialmente aquellas que se refieren a un mejor manejo de los recursos productivos como puede ser una nueva rotación o la especificación de las dosis óptimas de fertilizante, son fácilmente "copiables" por el conjunto de los productores y por lo tanto no otorgan beneficios priva-

---

\* Las ideas u opiniones vertidas en la presente exposición son responsabilidad exclusiva del autor y no comprometen la institución a la que pertenece.

\*\* Ing. Agr., Ph. D. Técnico del Departamento de Economía, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria - EPGCA, Castelar, Buenos Aires, Rep. Argentina.

dos a quien genera dicho conocimiento. Estas dos características de las técnicas de tipo agronómico hacen que de hecho solamente el Estado esté en las condiciones de hacer las inversiones necesarias para su desarrollo y difusión. \*

Esta situación convierte a la actividad del Estado dirigida a generar nuevo conocimiento tecnológico en una inversión de carácter económico que compite con otros proyectos alternativos, en el propio campo tecnológico y fuera de él, por los recursos financieros y humanos de por sí escasos.

El principal problema de una evaluación de este tipo surge de la propia diversidad y generalidad de los efectos (beneficios) de la tecnología sobre la estructura productiva. Tradicionalmente la economía ha enfatizado la capacidad del progreso tecnológico de aumentar la producción y a través de ello el bienestar general. Sin embargo, sus efectos son infinitamente más complejos y generales que simplemente un aumento de producción.

Por un lado el progreso tecnológico introduce cambios estructurales de tremenda importancia para el sistema económico que hacen necesario el análisis y la definición de los senderos tecnológicos adaptados a cada circunstancia particular. En este sentido, es bien sabido que distintos tipos de técnicas implican una determinada utilización de los factores de la producción. Por lo tanto, un proceso de generación y difusión de tecnologías de cierta naturaleza producirá estructuras económicas con diferente capacidad de utilizar eficientemente la dotación de factores con que cuenta originalmente el sistema económico, determinando asimismo la capacidad de producción de la economía.

Por otra parte, la generación de un excedente económico a partir del progreso tecnológico está acompañada, en nuestro sistema económico, por una distinta capacidad de apropiación del mismo por parte de los diferentes grupos sociales.

Esta variable capacidad de apropiación del excedente depende fundamentalmente de tres factores. **Primero**, de ciertas características internas del sistema económico, relativamente difíciles de cambiar, tales como la naturaleza de la demanda de los bienes finales. **Segundo**, de los "sesgos" en cuanto al uso de factores de la tecnología incorporada. Estos sesgos son una característica propia de la tecnología en sí misma y consecuentemente cada tipo de técnica traerá aparejado un sesgo característico en el uso de los factores y por lo tanto afectará diferencialmente la distribución del excedente generado. **Por último**, la participación de cada grupo también será función de la naturaleza de su inserción en el proceso productivo y de la capacidad de negociación que le otorgue el marco institucional existente. Es bastante obvio que en la medida que el efecto distributivo final se manifieste con alguna intensidad, la tecnología generada estará favoreciendo diferencialmente a distintos grupos sociales.

Obviamente una adecuada evaluación económica (en el sentido más amplio de la palabra) deberá considerar este conjunto de efectos y sus implicancias desde el punto de vista del bienestar general. Una evaluación de este tipo no sólo permitirá determinar la magnitud global de la inversión que el Estado debe hacer en el desarrollo de nuevo conocimiento sino también permitirá analizar aspectos cualitativos de dicha inversión a través de la fijación de ciertas prioridades de investigación, es decir, la definición e instrumentación del óptimo sendero tecnológico.

### 3. EVALUACION ECONOMICA DEL PROGRESO TECNOLOGICO

#### a. Metodología Usualmente Utilizada

El desarrollo metodológico de la evaluación económica de las innovaciones tecnológicas puede decirse que se inicia con el trabajo de Griliches (18) en la década del 50. Dicho trabajo, tomando la concep-

\* Para una discusión de este tema ver (31).

ción metodológica utilizada en evaluación de proyectos de inversión, compara el valor presente del flujo de beneficios esperados a partir de una innovación tecnológica relevante, la semilla híbrida del maíz, con el valor presente del costo incurrido en generar dicha tecnología. Por lo tanto, el flujo de beneficios y costos debe ser identificado y estimado.

Para la estimación de los beneficios el punto central de la metodología consiste en medir el excedente del consumidor y del productor generado por la incorporación de la nueva técnica. \*\* Dichos excedentes están determinados por la forma y posición de las curvas de demanda y oferta que deben, por lo tanto, ser estimadas de alguna forma.

Esta metodología tiene una serie de dificultades, de las cuales mencionaré al pasar algunas importantes para concentrar la atención en aquellos problemas vinculados a la estimación de la función de oferta, ya que éste es el tema central del trabajo.

En primer lugar, es necesario reconocer los juicios de valor implícitos en tomar la demanda de mercado como la genuina expresión de la preferencia del consumidor y más aún suponer que el excedente del consumidor es una correcta estimación de los beneficios económicos que percibe la sociedad.

En segundo lugar, los beneficios (o perjuicios) que percibe la sociedad a partir del progreso tecnológico no se refiere únicamente a "excedentes económicos". Existen tales cosas como sesgos en la utilización de factores, mejoramiento de las características cualitativas del trabajo y las formas cómo se distribuyen los excedentes, que pueden ser elementos importantes a ser tomados en cuenta.

Sin embargo, donde deseo centrar la atención es en algunos puntos relacionados al hecho de que los beneficios derivados de la investigación son estimados a partir de la función de oferta real; es decir, después de la adopción real de una tecnología determinada. Esta forma de plantear el problema tiene las siguientes características que, en ciertos casos y dependiendo de cuáles sean los objetivos del análisis, pueden ser una limitación importante:

- 1) Al considerar los beneficios derivados de la real adopción tecnológica no se evalúa únicamente la eficiencia del sistema de investigación sino también el proceso de difusión y adopción de la tecnología generada. Esto último depende, particularmente en economías como las nuestras, de la posibilidad que los productores tienen de acceder al conocimiento y a los recursos necesarios para adoptar la tecnología. Asimismo presupone que los óptimos privados (funciones objetivo) son consistentes con el óptimo social (que en el método de análisis utilizado se refiere al óptimo paretiano únicamente). Por lo tanto puede darse que una baja rentabilidad de la inversión en investigación no se deba a problemas de diseño o implementación del "proyecto investigación" sino a las variables económicas que definen el contexto económico que enfrentan las unidades microeconómicas de producción que deben en última instancia adoptar la tecnología generada. Este enfoque globalizante, si bien estima con mayor "realidad" el verdadero impacto de la tecnología, no permite identificar las causas de la baja rentabilidad encontrada y por lo tanto limita las posibilidades de hacer recomendaciones normativas para mejorar la situación.
- 2) El análisis a partir de datos históricos de adopción real implica una evaluación global de progreso tecnológico que difícilmente permite diferenciar el efecto de técnicas aisladas o de componentes específicos de paquetes tecnológicos. Obviamente, esto quita flexibilidad y especificidad al análisis y por lo tanto dificulta la posibilidad de hacer recomendaciones normativas en cuanto a la mejor utilización futura de los recursos dedicados a la investigación.

Estos problemas implícitos en el método usual de evaluar las inversiones hechas en investigación agropecuaria a partir de funciones de oferta reales pueden ser eliminados utilizando técnicas de análisis que

---

\* En la Argentina esta metodología ha sido utilizada, aunque con modificaciones importantes, por del Rey (32) para analizar la inversión hecha en la Estación Experimental de Tucumán.

\*\* El concepto del excedente del consumidor y productor se utilizará más adelante en este trabajo.

permitan, por un lado, estimar funciones de oferta potenciales, es decir, aquellas que existirían bajo el supuesto de total adopción y, por el otro, manejar la variable tecnológica con un grado de desagregación que permita analizar, aunque sea indirectamente, los efectos económicos de variaciones cualitativas de dicha variable tecnológica.

#### b. Metodología Propuesta para la Estimación de la "Oferta Potencial"

La metodología propuesta se basa en estimar la oferta agropecuaria que resultaría si la tecnología que surge del proyecto de investigación que se desea evaluar fuera total y completamente adoptada por los productores.

La idea central es definir la estructura productiva – y por lo tanto la utilización de recursos, la demanda de insumos y la producción resultante – que resultaría si dicha tecnología es efectivamente utilizada.

La definición de esta estructura productiva "ideal" requiere la formulación de un modelo para lo cual un método de formulación frecuentemente utilizado, aunque no el único, es la programación lineal.

La teoría de la programación lineal es conocida y puede verse en diversos trabajos clásicos (14), (20), (21). Recordemos que el principio básico consiste en definir un conjunto de ecuaciones lineales, que definen las relaciones existentes entre insumos y productos, que en su forma más sencilla pueden expresarse de la siguiente forma:

$$a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1j} X_j < Y_1$$

$$a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2j} X_j < Y_2$$

.....

$$a_{i1} X_1 + a_{i2} X_2 + \dots + a_{ij} X_j < Y_i$$

donde cada  $X$  representa el producto de una actividad,  $Y_i$  la disponibilidad de los insumos utilizados por cada actividad y  $a_{ij}$  las relaciones insumo - producto.

La solución de estas ecuaciones, dadas las cantidades de recursos disponibles, permite determinar la combinación de insumos y productos y el nivel de producción óptimos en términos de la función objetivo seleccionada.

Usualmente el modelo de programación intenta describir la estructura productiva real; por lo tanto los  $a_{ij}$  estarán estimados a partir de encuestas u otros métodos similares. Por el contrario, con respecto al tema que nos ocupa, la idea básica es definir las relaciones de insumo - producto de acuerdo a lo que serían bajo las condiciones tecnológicas que resultarían de la adopción de la tecnología que se desea evaluar. Por lo tanto, los datos deben surgir de trabajos experimentales.\*

La solución de este modelo con distintas alternativas de precio del producto permitirá obtener una curva de oferta potencial. Esta curva de oferta definirá la producción posible para cada nivel de precios bajo el supuesto de un comportamiento económico racional en el sentido neoclásico.

\* Este procedimiento es similar al sugerido originalmente por Anne Carter (5) para modelos de insumo - producto, consistente en definir los coeficientes de insumo - producto de acuerdo a los requerimientos de la mejor tecnología disponible (best - practice technique).



A los efectos de ilustrar el uso de la programación lineal para generar la oferta potencial con el objeto de evaluar la investigación agropecuaria presentaremos un ejemplo, ya publicado anteriormente (25), donde la misma es utilizada para evaluar la rentabilidad social de la investigación ganadera desarrollada por una estación experimental de la Argentina.

Sin embargo, antes de entrar en dicho ejemplo, deseo retomar un comentario general ya mencionado anteriormente y que se refiere a una limitación no superada en el ejemplo que presentaremos. Me refiero a la utilización de los excedentes económicos como expresión de los beneficios sociales. Hemos mencionado que la tecnología tiene efectos mucho más generales que la generación de excedentes y que estos se difunden a toda la economía. La evaluación económica del progreso tecnológico, particularmente si deseamos orientar el esfuerzo de investigación en la dirección más adecuada, debería incluir una definición más general y completa de los beneficios sociales; es decir, evaluar el conjunto de efectos sectoriales y macroeconómicos que distintos senderos tecnológicos tendrán en el largo plazo.

Las bases teóricas para este tipo de análisis han sido planteadas en los trabajos de Chenery (10), Chenery y Clark (9), Fox (17), Heady (22) y otros. Asimismo aplicaciones empíricas de estos modelos generales, pero donde la variable tecnológica recibe principal atención, han sido desarrolladas en Latinoamérica, por ejemplo por Coffey para Perú (6) y Piñeiro para Argentina (29), (30).

Estos trabajos, si bien se ocupan de evaluar los efectos económicos de la nueva tecnología de una manera más general y profunda, no intentan expresar dichos efectos económicos en términos de beneficios sociales ni tampoco de evaluar los costos sociales asociados a la generación de dicha tecnología. Estas falencias sugieren, a mi juicio, una interesante área de desarrollo metodológico y empírico que permitiría una mejor evaluación económica de la inversión en el desarrollo de nueva tecnología.

#### 4. UN EJEMPLO DE EVALUACION ECONOMICA DE LA INVESTIGACION

##### a. Introducción

El objetivo central de este estudio es determinar la rentabilidad social de la investigación ganadera aplicable a la zona de cría de la Provincia de Buenos Aires durante el período 1967 - 1972.

La pregunta que se plantea en este trabajo es cuál sería la rentabilidad de la investigación en el caso de que toda la tecnología generada fuese total e inmediatamente adoptada por los productores. Esta rentabilidad "potencial" constituye el máximo beneficio que la sociedad podría esperar de los fondos invertidos en la investigación agropecuaria.

Esta evaluación empírica está dirigida a contrastar las siguientes dos hipótesis alternativas:

- 1) La rentabilidad de la investigación es grande en relación a los montos invertidos. En este caso, la medida de política a seguir consistiría en una reconsideración de los montos invertidos en investigación.
- 2) La investigación es una alternativa de inversión poco rentable. En este caso, cabría preguntarse dos cosas:
  - i. ¿Es posible que, dado el contexto económico del país, la investigación agropecuaria en general no sea rentable?
  - ii. Si la investigación, tal como se desarrolla en la actualidad, no es rentable, ¿cuáles son las causas de su ineficiencia y cómo pueden corregirse?

## b. Método de Análisis

El análisis desarrollado se basa en los siguientes dos pasos. Primero, a partir de la tecnología disponible en 1967, se genera una oferta potencial de carne vacuna.

Esta oferta potencial resulta de tomar la oferta real - a la cual se la supone inelástica con respecto a precio - de todo el país, excepto la zona de cría de la Provincia de Buenos Aires,\* y sumarle la oferta potencial de esta última región bajo el supuesto de completa adopción por parte de los productores de la tecnología disponible en 1967.\*\* Esta oferta determina, dada la demanda de carne vacuna en 1972, un precio  $P_1$  (ver Gráfico 1).

La investigación agropecuaria en los últimos cinco años ha creado nuevas técnicas de producción las cuales, al ser adoptadas, habrían provocado un desplazamiento de la oferta  $S_1$  hasta convertirla en  $S_2$ \*\*\*. Esta oferta, que corresponde al conocimiento tecnológico disponible en 1972, determinaría un precio de equilibrio  $P_2$  en la demanda actual por carne vacuna. La nueva cantidad comercializada sería ahora  $Q_2$ .

Por lo tanto, cinco años de investigación bajo el supuesto de completa adopción de las técnicas generadas, hubieran producido una caída en el nivel de precio de la carne desde  $P_1$  a  $P_2$  y un aumento de las cantidades comercializadas desde  $Q_1$  a  $Q_2$ .\*\*\*\*

El segundo paso del análisis consiste en evaluar los beneficios sociales asociados al desplazamiento de la oferta y relacionarlos al costo de la investigación que hizo posible dicho desplazamiento. Esta relación da un índice relativo de la rentabilidad de la inversión en investigación ganadera.

### 1) Oferta potencial de carne en la zona de cría con la tecnología disponible en 1972

Esta resulta de resolver a diferentes niveles de precios un modelo de programación lineal en el cual las actividades están definidas como vectores (columnas), incorporando nivel tecnológico disponible en 1972 para la zona de cría.

El modelo puede ser escrito en términos de programación lineal, de la siguiente forma:

$$\text{Maximizar } B = \sum_i (P \cdot Q)_i - \sum_i L_i w - \sum_i C_i - \sum_i K_i \cdot r$$

donde  $B$  = total de ingresos netos

$(P \cdot Q)_i$  = ingreso bruto derivado de la venta total de la actividad  $X_i$

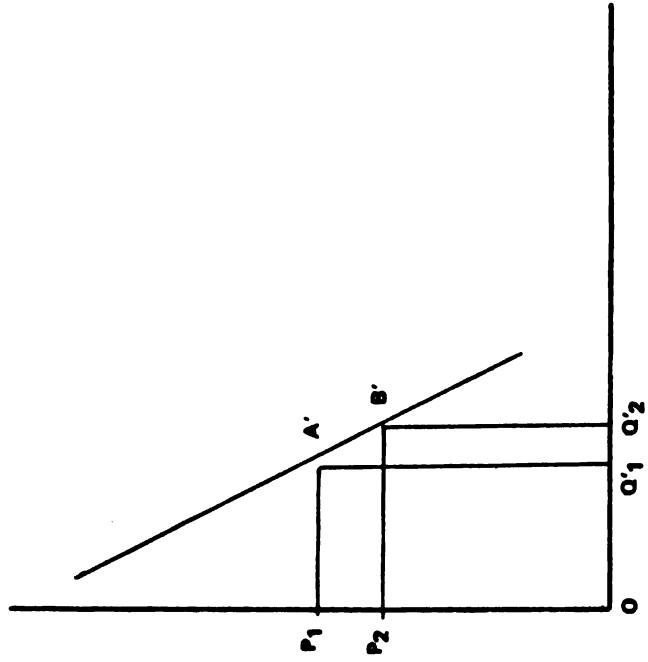
\* La zona estudiada cubre el sudeste y sudcentro de la Provincia de Buenos Aires. Incluye los Partidos de: Ayacucho, Azul, Balcarce, Castelli, Coronel Dorrego, Coronel Pringles, Dolores, General Alvarado, General Añez, General Belgrano, General Guido, General Lamadrid, General Lavalle, General Madariaga, General Pueyrredón, General Chávez, Juárez, Laprida, Las Flores, Lobería, Maipú, Mar Chiquita, Necochea, Olavarría, Pila, Rauch, San Cayetano, Saladillo, Tandil, Tapalqué, Tordillo y Tres Arroyos. Se ha considerado al Partido de Ayacucho como representativo del potencial de producción ganadero de la zona de cría, lo que implica suponer que los aumentos de producción de carne en este partido (como consecuencia de la tecnificación) son también factibles de lograr en el resto del área ganadera de la zona.

\*\* Se consideró tecnología disponible en un período a las técnicas debidamente probadas por el INTA, las cuales en muchos casos ya han sido adoptadas por los productores más innovadores.

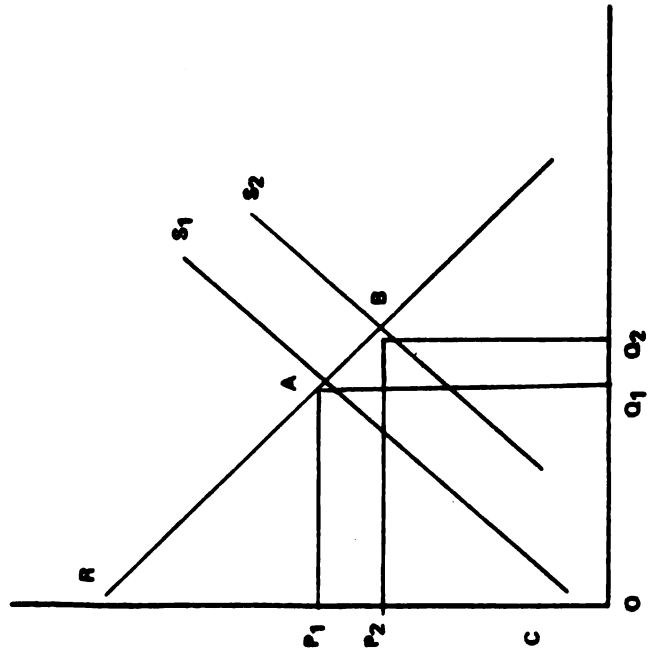
\*\*\* Nuestra estimación de los fondos destinados por INTA - en todo el país - a planes cuyo efecto no es aumentar la producción, permite suponer que son aproximadamente un 20 % del total invertido, utilizando alrededor del 15 % del personal de la institución (24). En consecuencia el identificar a los beneficios sociales derivados de la investigación con aumentos de producción exclusivamente es incorrecto y conduce a una subestimación de los mismos.

\*\*\*\* Excepto en condiciones de demanda infinitamente elástica.

DEMANDA INTERNA  
B



DEMANDA TOTAL  
A



- $L_i$  = requerimiento de mano de obra del total de la actividad  $X_i$   
 $w$  = salario  
 $C_i$  = costo total excluyendo mano de obra correspondiente al total de la actividad  $X_i$   
 $K_i$  = monto total de capital utilizado al año por el total de la actividad  $X_i$ .  
 $r$  = tasa de interés anual del capital,

sujeto a las siguientes restricciones:

$$\begin{aligned}
 T_1 &\geq \sum_i t_{1i} X_i \\
 T_2 &\geq \sum_i t_{2i} X_i \\
 0 &\leq X_i
 \end{aligned}$$

donde  $T_1$  = cantidad de tierra de calidad 1  
 $T_2$  = cantidad de tierra de calidad 2  
 $t_{1i}$  = cantidad de tierra 1 utilizada por unidad de actividad  $X_i$   
 $t_{2i}$  = cantidad de tierra 2 utilizada por unidad de actividad  $X_i$

### 2) Oferta potencial de carne en la zona de cría con la tecnología disponible en 1967

Esta se obtiene resolviendo un modelo de programación lineal elaborado por Martín Piñeiro (29) en el año 1967, de características similares al explicado anteriormente, en el cual se incorpora el nivel de tecnología disponible en ese año.

### 3) Estimación de la demanda de carne vacuna

Nores (27) y el CONADE (1) han estimado que las elasticidades precio de la demanda interna y externa convergen a los valores -0,5 y -1,2 respectivamente. En consecuencia, la demanda interna puede ser estimada a partir de los siguientes datos:

- elasticidad precio de la demanda = 0,5 (constante);
- precio promedio 60 - 71 = 73 pesos por kg (moneda 1967);
- cantidad demandada en 1972 a precios constantes 60 - 71, dado el crecimiento vegetativo de la población = 3681 miles de toneladas.\*

Reemplazando 1, 2 y 3 en una función exponencial se obtiene la siguiente demanda interna:

$$Q \cdot P^{0.5} = 31.435$$

donde  $Q$  = cantidad de carne demandada en el mercado interno  
 $P$  = precio de mil toneladas (millones de pesos de 1967)

En forma similar se puede estimar la demanda externa que es:

$$Q \cdot P^{1.2} = 184.835$$

donde  $Q$  = cantidad de carne demandada en el mercado externo en miles de toneladas de peso vivo  
 $P$  = precio de mil toneladas (millones de pesos de 1967)

Luego, sumando a cada nivel de precios las cantidades demandadas por el mercado interno y externo, se determina la demanda total por carne vacuna para el país.

\* Los precios y cantidades comercializados en el mercado interno y externo durante el período 60 - 71 fueron obtenidos de la Junta Nacional de Carnes.

#### 4) Beneficios sociales potencialmente generados por la investigación ganadera

A fin de evaluar los beneficios sociales asociados al cambio tecnológico, se utiliza el concepto de excedente del consumidor y excedente del productor.

El área por debajo de la curva de demanda representa la suma de dinero que el consumidor estaría dispuesto a pagar por una cierta cantidad de producto antes que carecer de él. Por otra parte, el concepto de excedente del productor se refiere a los beneficios que quedan después que se ha retribuido a todos los factores de la producción.\*

En consecuencia, los beneficios sociales que pueden atribuirse de cinco años de investigación ganadera están dados por la suma de los incrementos en el excedente del consumidor y del productor que resulta de pasar del punto A al B en el gráfico 1A. Las áreas  $P_1AR$  y  $P_1AC$  representan el excedente del consumidor y productor respectivamente en la situación A. Las áreas  $P_2BR$  y  $P_2BO$  representan el excedente del consumidor y productor respectivamente en la situación B. Por lo tanto, puede afirmarse que los consumidores de carne incrementaron su excedente en el área  $P_1ABP_2$  en tanto que los productores lo harían en el área  $P_2BO$  menos  $P_1AC$ .

Sin embargo, a los efectos de este estudio, en la evaluación del excedente del consumidor se considera únicamente el beneficio adicional del consumidor argentino. Este corresponde al área  $P_1A'B'P_2$  del Gráfico 1B.

Algebraicamente los beneficios sociales adicionales son:

$$B. S. A. = (E. C_1 - E. C_2) + (E. P_1 - E. P_2) **$$

donde B. S. A. = beneficios sociales adicionales potencialmente generados por cinco años de investigación.

E.  $C_1$  = valor del excedente del consumidor nacional con la tecnología disponible en 1972.

E.  $C_2$  = ídem en 1967.

E.  $P_1$  = valor del excedente del productor con la tecnología disponible en 1972.

E.  $P_2$  = ídem en 1967.

Respecto de la proyección de los beneficios sociales a futuro se utiliza el siguiente criterio: se supone que un 20 % de los beneficios adicionales es logrado cada año de forma que al quinto año (1972) se llega a la situación de equilibrio B' (ver Gráfico 1B). A partir de este momento la anualidad de beneficios adicionales es descontada a infinito utilizando una tasa del 5 %.

#### 5) Costos involucrados en el paso de un nivel tecnológico a otro

La generación y adopción de tecnología implica un costo para la sociedad que se ha clasificado en dos rubros:

- i. investigación y difusión
- ii. insumos adicionales

\* No hemos incluido el pago al factor tierra ni la retribución empresarial. Esto equivale a suponer que ambos rubros son fijos y que por ende no afectan la función de oferta o curva de costo marginal.

\*\* A estos beneficios podría agregarse el Beneficio Social generado por el ingreso adicional de divisas provenientes del incremento en los excedentes exportables por encima del reconocido por la paridad peso/dólar al cual las divisas se liquidan. No hemos considerado este rubro, lo cual probablemente introduce una subestimación de los beneficios sociales.

Una presentación algebraica de los costos es:

$$C. T. A. = C. I. + C. I. A.$$

$$C. I. = C. I_1 + C. I_2$$

$$C. I. A. = (I_2 - I_1) + (G. C. P_2 - G. C. P_1)$$

donde C. T. A. = costo total adicional para pasar de un nivel tecnológico a otro.

C. I. = costos totales de investigación y extensión

C. I<sub>1</sub> = costos de investigación y extensión realizados por la Estación Experimental Regional Agropecuaria de Balcarce.

C. I<sub>2</sub> = costos de investigación básica y servicios centrales del INTA en Buenos Aires\*

C. I. A. = costo total en insumos adicionales.

I<sub>2</sub> = inversión en ganado requerida para adoptar la tecnología disponible en 1972.

I<sub>1</sub> = inversión en ganado requerida para adoptar la tecnología disponible en 1967.

G. C. P<sub>2</sub> = gastos corrientes de producción con la tecnología disponible en 1972.

G. C. P<sub>1</sub> = ídem en 1967.

El gasto en insumos adicionales que se requiere para pasar de un nivel tecnológico a otro está incluido en el cálculo del incremento en el excedente del productor entre ambas situaciones. Por lo tanto, la rentabilidad calculada corresponde a los fondos invertidos por el Estado en investigación y extensión durante el presupuesto 1967 - 1971.

Por otra parte, se ha supuesto que un 10 % de los costos anuales en investigación y extensión debe mantenerse necesariamente a partir de 1972 a fin de mantener el nivel tecnológico alcanzado ese año. Este flujo de costos es descontado a infinito usando una tasa de descuento del 5 %.

### c. Discusión de los Resultados

#### 1) Producción y precios de equilibrio con la tecnología disponible en 1972

El Cuadro 1 muestra la producción de carne por hectárea obtenida en la actualidad en comparación con la producción potencialmente obtenida con la tecnología disponible en 1967 y 1972. Puede verse que el aumento de producción loggable con la tecnología disponible en 1972 es sustancial inclusive en relación a la producción potencial con la tecnología disponible en 1967. Es importante señalar dos cosas. Primero, que esta última aparece como más sensible a variaciones de precio dentro del rango relevante (en torno a los precios de equilibrio). Segundo, que el progreso en el nivel de conocimientos durante el período 1967 - 72, medido por su impacto potencial en la producción ganadera, es mayor que el diferencial tecnológico existente entre la situación real en 1968 y la tecnología disponible en 1967.

Los precios y cantidades de equilibrio determinados por la curva de demanda estimada para 1972 y las tres curvas de oferta derivadas de los tres niveles de tecnología: real 1968, disponible 1967 y disponible 1972 se presentan en el Cuadro 2.\*\* Puede verse que los conocimientos adquiridos en los cinco años transcu-

\* Para el cálculo de éstos se ha utilizado como ponderación el porcentaje del presupuesto total del INTA en el país que es destinado a la Estación Experimental de Balcarce.

\*\* Las curvas de oferta utilizadas para la determinación de los puntos de equilibrio fueron obtenidas por interpolación de una serie de relaciones cantidad - precio obtenidas a partir de un análisis paramétrico en los precios de los modelos de programación.

rridos entre 1967 y 1972 aplicables a la producción ganadera de la zona de cría provocarían a nivel nacional un aumento de las cantidades comercializadas del orden del 13% y una caída en los precios del 20%.\*

### Cuadro 1

Producción de carne por Há, en la zona de cría, con el nivel tecnológico real, disponible en 1967 y disponible en 1972

Precio por Kg en \$ 1967	53	60	68	81	97*
Kg/Há ganadera con tecnología real **	—	—	80,5	80,5	80,5
Kg/Há ganadera con tecnología disponible 1967	—	—	87	139	—
Kg/Há ganadera con tecnología disponible 1972	96	172	219	238	258

\* 97 pesos de 1967 corresponde al nivel de precio promedio del año 1971. Se ha considerado en este cuadro sólo el segmento relevante de la variación de precios.

\*\* Este valor resulta de estimaciones hechas por S. Santos, técnicos del Proyecto Balcarce, algunos productores y tesis de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Mar del Plata. Las observaciones fueron hechas a los precios prevalecientes entre 1967 y 1971.

### Cuadro 2

Precios y cantidades de equilibrio en el mercado de carne vacuna argentina\*

	Precio por Kg vivo (\$ 1967)	%	%	Cantidad total comercializada (miles de ton.)
Tecnología usada realmente	90	100	100	4134**
Tecnología disponible 1967	80	89	110	4550
Tecnología disponible 1972	64	71	125	5170

\* Estos puntos de equilibrio se obtienen de la intersección entre la oferta de carne para el país y la demanda total (Demanda Interna + Demanda Externa). Dado que la oferta resultante de un modelo lineal no es continua se interpoló con el objeto de determinar el punto de intersección.

\*\* Corresponde al promedio de carne vacuna comercializada en el Mercado Interno y Externo durante el período 1960 - 1971 (Datos de la Junta Nacional de Carnes).

\* La tecnología disponible en 1972 para la zona tradicionalmente de cría de la Provincia de Buenos Aires permite introducir la actividad de invernada. Esta posibilidad puede llevar a desarrollar una actividad exclusiva de invernada sobre la base de la compra de terneros criados en otras zonas del país. Esta alternativa de especialización productiva no está suficientemente probada a nivel técnico como para ser recomendada sin reservas. Por otra parte, su adopción masiva forzaría a una reconversión considerable de la estructura productiva de la región y de otras regiones, los costos de la cual no están incluidos en el programa. Por tal motivo, el modelo de programación fue resuelto con la restricción de que la actividad de invernada se limite al engorde de la propia producción de terneros.

## 2) Excedente del consumidor argentino

Una vez conocidos los precios de equilibrio y las funciones de demanda interna y externa es posible conocer la distribución de los volúmenes comercializados a los precios de equilibrio. Esta distribución de la producción entre los dos mercados se presenta en el Cuadro 3.

El incremento en el excedente del consumidor nacional corresponde al área  $P_1 A'B'P_2$  del Gráfico 1A. Una aproximación lineal de esta área está dada por la expresión

$$A = \frac{(P_1 - P_2) \cdot Q'_1}{1} + \frac{(P_1 - P_2) \cdot (Q'_2 - Q'_1)}{2}$$

donde A = incremento en el excedente del consumidor argentino; millones de pesos 1967

$P_1$  = 80 pesos 1967

$P_2$  = 64 pesos 1967

$Q'_1$  = 3576 miles de toneladas de carne en pie

$Q'_2$  = 3920 miles de toneladas de carne en pie

Reemplazando estos valores en la expresión correspondiente se obtiene un A igual a 59.968 millones de pesos de 1967.

## Cuadro 3

Distribución de los volúmenes comercializados entre el mercado interno y externo (miles de toneladas de carne en pie)

	Precio por Kg vivo (\$1967)*	Cantidad A M. Interno (miles de ton.)	Cantidad A M. Externo (miles de ton.)	Total ambos mercados (miles de ton.)
Tecnología usada realidad**	90	3249	894	4143***
Tecnología disponible 1967	80	3576	974	4550
Tecnología disponible 1972	64	3920	1250	5170

\* Corresponde al precio que la oferta respectiva determina en la demanda total por carne vacuna para 1972.

\*\* Corresponde al promedio de las cantidades comercializadas entre 1960 y 1971 en el Mercado de Carnes Argentino (Fuente: Junta Nacional de Carnes).

\*\*\* En todos los cálculos se ha considerado 4134 miles de toneladas. Realmente debió usarse 4143. La diferencia obedece a un error de cálculo.

## 3) Excedente del productor

El incremento en el excedente del productor de la zona de cría resulta de la diferencia entre el ingreso neto que se lograría aplicando la tecnología disponible en 1967 y la que se lograría utilizando la tecnología disponible en 1972. Ambas utilidades han sido calculadas a los precios de equilibrio determinados en el mercado de carnes en cada caso (80 y 64 pesos de 1967 por kilogramo). Estos incrementos en el excedente del productor de la zona de cría resultaron ser de \$ - 1855 millones de 1967.



Es importante notar que el excedente del productor es negativo. Este resultado es equivalente al famoso "treadmill" introducido en la literatura por Cochrane. A partir de una situación de cantidad y precio de equilibrio, la aparición de nueva tecnología rentable a ese precio desplaza la función de oferta hacia abajo, provocando una caída de los precios. Este proceso dinámico puede ser de tal naturaleza que en la posición final de equilibrio el excedente del productor (sus ingresos netos) son menores que en la posición original. Este resultado enfatiza uno de los muchos efectos del cambio tecnológico, es decir, su impacto sobre la distribución del ingreso.

Por otra parte, al variar los precios de equilibrio en el mercado de carnes, probablemente también se alteren los beneficios de los productores ganaderos del resto del país. No hemos considerado la variación de utilidades de este grupo de productores, lo cual sobrestima los beneficios sociales derivados del cambio tecnológico.

#### Cuadro 4

##### Gastos anuales en investigación y extensión de tecnología ganadera. Zona de cría de la provincia de Buenos Aires.\*

Años	Extensión	Investigación	Total
67	55,56	264,5	320,06
68	58,98	271,2	330,18
69	63,85	306,0	369,85
70	77,8	306,5	384,37
71	67,90	256,1	324,00

\* Millones de \$ 1967

FUENTE: 1) Presupuesto de la Estación Experimental Agropecuaria de Balcarce.  
2) Memorias del INTA.

#### 4) Determinación de los costos involucrados en el paso desde el nivel tecnológico disponible en 1967 hasta el disponible en la actualidad

El costo que la generación y adopción de la tecnología involucra a la sociedad puede ser clasificado en dos grupos:

- i. investigación y difusión;
- ii. insumos nacionales

Un resumen de los gastos de investigación y extensión para la zona de cría en el último quinquenio se encuentra en el Cuadro 4.

Los recursos adicionales necesarios para la tecnificación fueron incluidos en el cálculo del excedente del productor y han sido explicitados anteriormente.

#### 5) Determinación de la rentabilidad potencial de la inversión en investigación ganadera

La rentabilidad de la inversión resulta de dividir los beneficios potencialmente generados por la investigación por el monto de la inversión en investigación. Tanto los beneficios como los costos están descontados a valor presente usando una tasa de descuento del 5%.

$$B/C = \frac{\text{Valor presente de los beneficios (U. P. B.)}}{\text{Valor presente de los costos (U. P. C.)}}$$

Matemáticamente:

$$V. P. B. = \sum_i \frac{B}{(1+r)^n}$$

$$V. P. C. = \sum_i C (1+r)^n$$

donde B = beneficios  
 C = costos  
 r = tasa de descuento  
 n = período de tiempo, 1 = 1, 2, ....., n

El Cuadro 5 muestra las relaciones de beneficio - costo calculadas. Las mismas son extremadamente altas cuando computadas en base a los beneficios totales derivables del desplazamiento de la función oferta.

### Cuadro 5

#### Rentabilidad potencial de la investigación ganadera\*

Actividad	Excedente del consumidor**	Excedente del productor**	Excedente total**	Costo total	Relación Beneficio - costo		
					1/4	2/4	3/4
Cría	59.968	-1.855	58.113	1.105	542	-17	525

\* Los resultados deben interpretarse como la cantidad de beneficio social que se generaría con la inversión de 1\$ en investigación - extensión de tecnología ganadera. Por ejemplo, por cada peso invertido en investigación - extensión el incremento en el beneficio social es de 525 pesos.

\*\* Millones de pesos de 1967.

Estas rentabilidades pueden ser interpretadas como el máximo valor al cual podría tender la verdadera rentabilidad social en el caso de solucionarse todos los problemas referentes a difusión y adopción. Sin embargo, este supuesto puede ser reconocido fácilmente incluyendo porcentajes de adopción real.

Como punto final, queremos enfatizar que estos resultados deben interpretarse con cautela, debido a que a lo largo del análisis se ha hecho una serie de supuestos y se han tomado algunos estimadores no totalmente libres de objeción. Las limitaciones más importantes son las siguientes: 1) la elasticidad de la demanda adoptada y la fijación de su punto medio en su posición estimada para 1972 tienden a subestimar el beneficio social total y el excedente del productor y a sobrestimar el excedente del consumidor; 2) el supuesto de una oferta de carne del resto del país inelástica a variaciones de precio tiende a sobrestimar los beneficios sociales. Sin embargo, este efecto está al menos parcialmente compensado por la posible interrelación entre la oferta de carne y de otros productos. También, el supuesto de una oferta perfectamente elástica del factor capital sobrestima los beneficios.

Los costos de investigación considerados han sido subestimados en el monto correspondiente a la investigación privada. Sin embargo, los costos de investigación podrían ser aumentados en, por ejemplo, un 70 % al año sin que se notara una verdadera variación en las rentabilidades calculadas.

Por otra parte, deseamos recordar que el concepto del excedente del consumidor tomado en un sentido agregado implica el supuesto de utilidad marginal de ingreso (dinero) constante. Adicionalmente la agregación de un excedente de consumidor con un excedente de productor implica una función de utilidad cardinal.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos no permiten por sí solos calificar taxativamente de rentable o no rentable a la inversión pública en investigación ganadera. El supuesto de total adopción de la tecnología - el cual ha sido hecho a través de todo el estudio - determina que la rentabilidad social obtenida sería el máximo valor de esta variable en las condiciones reales. Sin embargo estos resultados, unidos a la información disponible con respecto a porcentajes de adopción real, permiten suponer que los beneficios sociales netos derivados de la investigación ganadera son realmente altos si se los compara tanto con los obtenidos por Griliches (18) (19) y Evenson (16) en USA y Barletta (3) en México, los cuales se basan en cifras de adopción reales, como con los resultados que corrientemente resultan de los análisis de beneficio - costo de proyectos de infraestructura física.

Los resultados muestran que un gran porcentaje de los beneficios sociales derivados del cambio tecnológico en la ganadería son transferidos al sector consumidor en la forma de mayores cantidades consumidas a menores precios. El sector ganadero vería disminuir sus ingresos y con esto el valor de su patrimonio fundiario como resultado de una caída en el precio del factor tierra. En consecuencia, los resultados refuerzan uno de los principales argumentos en pro de la inversión pública en investigación agropecuaria: la divergencia entre las tasas de beneficios sociales y privadas.

La distribución de los beneficios sociales derivados del cambio tecnológico entre los productores y consumidores es básicamente función de la elasticidad de demanda del producto o productos cuya producción se quiere aumentar. A menor elasticidad de demanda mayor porcentaje de los beneficios son transferidos a los consumidores y menor es el porcentaje retenido por los productores. Se ha analizado el caso de la carne vacuna - uno de los productos cuya demanda es más elástica - y se ha encontrado un sesgo a favor de los consumidores. Este hecho permite sugerir que la elasticidad precio de la demanda es una variable que debe ser tomada en cuenta cuando se proyecta tecnificar zonas con muy poca sustitución entre productos alternativos y donde el ingreso medio de los productores sea insuficiente. Sin embargo, si el cambio tecnológico bajo estas condiciones es capaz de generar beneficios sociales netos, debe ser promovido a condición de implantar medidas compensatorias entre los distintos grupos favorecidos.

Es indispensable lograr altos porcentajes de adopción de la tecnología con el objeto de materializar los beneficios sociales. La información disponible sugiere que la adopción real es insuficiente pese a existir una buena cantidad de técnicas "desincorporadas", las cuales son rentables a cualquier nivel de precios. Esto sugiere la importancia de hacer un gran esfuerzo en extensión para difundir y lograr que al menos este tipo de técnicas - altamente rentables socialmente - sean adoptadas. El análisis aquí presentado permite estimar hasta cuánto se podría invertir en promover esta adopción manteniendo una rentabilidad global aceptable.

Además, existe un grupo también numeroso de técnicas "incorporadas" tales como pasturas permanentes, fertilización, apotreramiento, etc. en las cuales se necesita también una adecuada difusión pero adicionalmente una política de precios mínimos que las haga rentables. En estos casos, rentabilidad de la técnica y nivel de precio del producto están muy unidos. Al respecto, debe reconocerse una cierta rigidez de las recomendaciones técnicas frente a cambios en los precios. Sin duda un determinado "paquete tecnológico" debe ser reactualizado de acuerdo a los precios presentes y a las expectativas de mediano plazo. Muchas veces la desagregación del "paquete tecnológico" permitiría la adopción parcial de algunas técnicas que son rentables a un determinado nivel de precios aún cuando el paquete en su conjunto pueda no serlo. Recomendaciones tales como dosis de fertilizante óptimo, carga óptima, apotreramiento óptimo, deben ser continuamente revisadas con este fin.

En resumen, puede concluirse que la demanda de estas técnicas por parte de los productores es función de los precios y que el binomio investigador - economista tiene el deber de reconocerlo. La forma de hacerlo es sencilla y se logra de la interacción organizada de ambos especialistas. Llama la atención la escasez de estudios técnico - económicos frente a la relativa abundancia de los económicos o técnicos solamente. Un gran esfuerzo debe ser hecho en integrar ambas disciplinas, que sin duda son suplementarias y no competitivas entre sí. Esto no hace más que reforzar las sugerencias hechas por Valdés (35) y Cortázar (8) en Chile, Conagin (7) en Brasil y Durlach (15) en Argentina respecto a la necesidad de una verdadera integración entre ambas disciplinas.

Hay opiniones que sostienen que aún con técnicas rentables y bien difundidas la adopción de las mismas por parte de los productores sería insuficiente. Estos argumentos atribuyen la reticencia del sector a factores estructurales conducentes a afianzar la actual estructura de poder. Tal como lo muestra este trabajo, el cambio tecnológico genera beneficios adicionales y el mercado los distribuye entre los distintos grupos sociales, con lo cual pueden producirse cambios en la estructura de poder vigente. Wallace (36) y Back (2) han argumentado que el temor al cambio por parte del sector puede ser un factor que explique en parte la poca receptividad al cambio en el sector agropecuario en general.

Lo interesante de enfatizar en esto es que el cambio tecnológico generado en los últimos cinco años permite incrementar los beneficios sociales netos. Cómo distribuir estos beneficios entre los distintos grupos sociales es un problema político que exige una solución política. La experiencia de otros países sugiere que es posible romper la divergencia entre beneficios sociales y privados por medio de mecanismos compensados. Debe tenerse presente, sin embargo, que cuando los beneficios sociales generados por el cambio tecnológico no son distribuidos por el mercado, la comunidad debe incurrir en gastos para hacerlo.

Finalmente, es necesario destacar que medir la rentabilidad social de los proyectos que pueden hacerse con los fondos públicos es una práctica que puede y debe hacerse. Sin duda que está sujeta a algunos errores, lo cual no significa que deba dejarse de lado, sino, muy por el contrario, mejorarse. La medición del excedente del consumidor y productor es una metodología conceptualmente adecuada para este objeto. Sin embargo, debe reconocerse lo sostenido por Back (2) en el sentido que es incompleta al no considerar factores tales como variación en los niveles de empleo e ingreso, ganancias, pérdidas de capital, costo de ajuste de la economía ante un cambio, etc. El tamaño y alcance del proyecto será el que determine la conveniencia de incluir estos rubros.

Los proyectos de investigación no constituyen una excepción a esta regla general y deben ser evaluados por los administradores de los fondos de investigación pública. Aspectos tales como seguridad en la obtención de resultados, costos inmediatos y futuros, relación con investigaciones presentes y futuras son aspectos que deben ser considerados en la evaluación de la rentabilidad social de un determinado proyecto de investigación. Es razonable pensar que una racionalización en la asignación de los fondos de investigación - que incluya elementos sociales y económicos - conducirá a una mayor eficiencia distributiva.

Finalmente, es interesante destacar que la investigación bien orientada y eficiente es una actividad que hay que desarrollar, no sólo porque investigar es "conveniente", sino porque puede ser una herramienta que puede dirigirse hacia fines bien específicos del desarrollo económico y social.

## 6. BIBLIOGRAFIA

1. ARGENTINA. PRESIDENCIA DE LA NACION. SECRETARIA DEL CONSEJO NACIONAL DE DESARROLLO. Plan nacional de desarrollo; 1970 - 1974. Buenos Aires. v. 3, Sector Agropecuario. pp. 40 - 41.
2. BACK, W. B. Discussion: income effects of innovation; the case of labor in agriculture. *Journal of Farm Economics* 48 (2): 325 - 336. 1966.
3. BARLETTA, N. A. Costos y beneficios de la investigación agropecuaria en México. Tesis Ph. D. Chicago, EE.UU., Universidad, 1965.
4. BUENOS AIRES. INSTITUTO TORCUATO DI TELLA. Determinación de objetivos y asignación de recursos en el INTA; un análisis crítico. Buenos Aires, Centro de Investigaciones en Administración Pública, 1971.
5. CARTER, A. Incremental flow coefficients for a dynamic input-output model. In Barne, T. ED. *Structural interdependence and economic development*. London, Mac Millan, 1963. pp. 227 - 302.
6. COFFEY, J. D. Impact of technology on traditional agriculture; the Peru case. *Journal of Farm Economics* 49 (2): 450. 1967.
7. CONAGIN, A. El economista agrícola en la estación experimental; análisis de un investigador agrícola. In Montero, E. y Pérez, S., eds. *Investigación económica y experimentación agrícola*. Montevideo, IICA - Zona Sur, 1967. pp. 39 - 42.
8. CORTAZAR, R. ¿Qué espera el investigador del economista agrícola? In Montero, E. y Pérez, S., eds. *Investigación económica y experimentación agrícola*. Montevideo, IICA - Zona Sur, 1967. pp. 29 - 38.
9. CHENERY, H. and CLARK, P. *Inter - industry economics*. New York, Wiley, 1959.
10. ————. The use of inter - industry analysis in development programming. In Barne, T., ed. *Structural interdependence and economic development*. St. Martin's Press, 1961.
11. CHILE. MINISTERIO DE AGRICULTURA. OFICINA DE PLANIFICACION AGRICOLA. Resumen del plan nacional de desarrollo agropecuario; 1965 - 1968.
12. CHILE. SOCIEDAD NACIONAL DE AGRICULTURA. Tareas para el futuro. *Revista El Campesino*, 1971.
13. DALRYMPLE, D. G. Public investment in agricultural research and education; some comments. *Journal of Farm Economics* 47 (4): 1020 - 1022. 1966.
14. DORFMAN, R., SAMUELSON, P. and SOLOW, R. *Linear programming and economic analysis*. Mc Graw Hill, 1968.
15. DURLACH, A. L. Selección y evaluación de programas de investigación agrícola, caso concreto del INTA; papel de los economistas. In Montero, E. y Perez, S., eds. *Investigación económica y experimentación agrícola*. Montevideo, IICA - Zona Sur, 1967. pp. 43 - 51.
16. EVENSON, R. The contribution of agricultural research to production. *Journal of Farm Economics* 49 (5): 1415 - 1426. 1967.
17. FOX, K. The study of interactions between agriculture and the non farm economy; local, regional and national. *Journal of Farm Economics* 44 (1): 1 - 34. 1962.
18. GRILICHES, Z. Research costs and social returns; hybrid corn and related innovations. *Journal of Political Economy* 66: 419 - 431. 1958.
19. ————. Research expenditures, education and the aggregate agricultural production function. *American Economic Review* 54: 961 - 974. 1964.
20. HADLEY, G. *Nonlinear and dynamic programming*. Addison - Wesley Inc, 1964.
21. HEADY, E. and CANDLER, W. *Linear programming methods*. Ames, The Iowa State University Press, 1968.
22. ———— and EGBERT, A. Efficient regional allocation of farm products and programmed supply prices. *Agricultural Economic Research* 16 (1).

23. HERR, W. D. Technological change in the agriculture of the U. S. and Australia. *Journal of Farm Economics* 48 (2): 264. 1966.
24. HURTADO, H. Rentabilidad potencial de la investigación ganadera; una estimación empírica. Tesis Mag. Sc. Castelar, Escuela para Graduados en Ciencias Agropecuarias de la República Argentina, 1972.
25. ————— y PIÑEIRO, M. Rentabilidad potencial de la investigación ganadera; una estimación empírica. Buenos Aires, Departamento de Economía INTA – Escuela para Graduados en Ciencias Agropecuarias de la República Argentina, 1972.
26. JOHNSTON, B. F. Agricultural productivity and economic development in Japan. *Journal of Political Economics* no. 49: 498 - 513. 1951.
27. NORES, G. A. Estructura de la economía ganadera argentina; un modelo econométrico. In Escuela para Graduados Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Buenos Aires. Seminario sobre Estudio Cuantitativo sobre la Economía Pecuaria Argentina, Buenos Aires, Argentina, 1970. pp. 15 - 16.
28. PIÑEIRO, M. The Argentine agriculture; past and potential contributions to country wide economic growth. Thesis. Davis, U. S. A. Universidad de California, 1968.
29. ————— Modelo de programación en dos etapas para el sector agrícola argentino. *Desarrollo Económico* 9 (35). 1969.
30. ————— and MC CALLA, A. Programming for Argentine agricultural price policy analysis. *The Review of Economics and Statistics*. 53 (1). 1971.
31. ————— MARTINEZ, J. C. y ARMELIN, C. Política tecnológica para el sector agropecuario. Castelar, Departamento de Economía INTA – Escuela para Graduados en Ciencias Agropecuarias de la República Argentina, 1975. (Serie "Investigación" no. 18).
32. REY, E. C. DEL. Rentabilidad de la Estación Experimental Agrícola de Tucumán; 1943 - 1964. Trabajo presentado en la X Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Política, Mar del Plata, Argentina, 1975.
33. SANTOS, S. Costs of production for cow-calf operation in the Ayacucho district of Argentina. Mag. Sc. thesis Texas, USA, University. 1970.
34. SINGH, I. J. Transforming of traditional agriculture; a case study of Punjas, India. *Journal of Farm Economics* 53 (2): 275. 1971.
35. VALDES, A. Determinación de prioridades de investigación agrícola. In Montero, E. y Pérez, S. eds. *Investigación económica y experimentación agrícola*. Montevideo, IICA – Zona Sur, 1967. pp. 19 - 29.
36. WALLACE, T. O. and HOOVER, D. M. Income effects of innovation; the case of labor in agriculture. *Journal of Farm Economics* 48 (2): 325 - 336. 1966.

## B. COMENTARIO

**1. Antonio Teixeira** – El trabajo del Prof. Piñeiro está muy bien ubicado. La exposición es clara, de fácil entendimiento y enfoca el asunto sin tergiversar. Su objetividad lo torna de lectura fácil y contribuye a su comprensión. El ordenamiento del ejercicio metodológico es muy lógico. Su contenido está muy bien presentado bajo el punto de vista didáctico.

El trabajo contiene ilustraciones muy bien seleccionadas que podrían servir, al mismo tiempo, para explicar la utilización del método analítico empleado (P. L.) y también para indicar medios para ejecutar evaluaciones de costos y beneficios.

La determinación de los costos y beneficios del proceso no podrían ser más objetivos.

El enfoque del problema de la necesidad de evaluar la rentabilidad de la inversión del gobierno en investigación fue adecuado.

De hecho, se ha reconocido que las unidades de producción agropecuaria aisladas no tienen condiciones de mantener, con sus propios recursos, los costos de la investigación.

La naturaleza del proceso de producción agropecuaria, a su vez, hace que los resultados de la investigación se distribuyan por toda la comunidad de productores. De esta forma, la inversión individual generaría los retornos para toda la comunidad.

En función de estas características, los gobiernos tienen la responsabilidad de las grandes inversiones en el proceso de producción de conocimiento.

Por la gama de características citadas hay que felicitar al autor del trabajo y yo aprovecho esta oportunidad para hacerlo.

Sin embargo de todas estas cualidades, el trabajo, en su contenido empírico, utiliza ciertos procedimientos que, a mi juicio, exigen algunos comentarios.

Así, el estudio abarca el período de 1967 a 1972 y todo el incremento de la producción fue atribuido a la investigación. No hay duda de que este incremento se debe, también, a otros factores además de la investigación: Programas de crédito, extensión, comercialización y otros. Atribuir, por lo tanto, todo el incremento a la investigación significa sobreestimar sus beneficios.

Aún con respecto a la cuantificación de los retornos, se observa que éstos fueron atribuidos a inversiones hechas en el mismo período, pero se sabe que las técnicas adoptadas en un período determinado son una función de inversiones anteriores más que de inversiones actuales. Es el fenómeno de la maduración que fue mencionado, hoy por la mañana, por el Ingeniero Roberto Casás. Según el estudio de Evenson - mencionado por Casás - el período de maduración en los Estados Unidos se estimó en 7 años, lo que hace creer que, en la América Latina, en función tanto de los productores como del Servicio de Extensión disponible, este período debe ser de más larga duración.

El enfoque adoptado por Piñeiro de considerar los costos y retornos en un mismo período tiene, con todo, un mérito adicional: puede ser analizado en su dimensión política. Es más fácil para los políticos respaldar grandes presupuestos para investigación cuando el sector beneficiario se está desarrollando que en otra coyuntura. Bajo este punto de vista, el trabajo tiene un mérito innegable. El muestra que los retornos generados son sustanciales e inmediatos. En las economías en que el sector consumidor es más grande que el productor, los resultados del estudio serían aún más eficaces, en el sentido de poder sensibilizar al gobierno.

Respecto a los costos, éstos fueron tomados solamente en la unidad de Balcarce, pero es casi cierto que tanto los productores como los mismos trabajos de investigación de la Estación Experimental de Balcarce se beneficiaron con los resultados generados en otras instituciones. En este sentido, alguna cosa necesitaba haber sido hecha para reconocer el componente de costos de los conocimientos aportados por otras instituciones.

Por otra parte, el comentario de que un incremento de 70% al año a los costos no afectaría la rentabilidad, de cierta forma, se opone a la dimensión política que se subrayó anteriormente, pues no se justifica aumentar los gastos en un proceso que no da respuesta, en términos financieros, a los incrementos de los mismos. Es probable que la causa sea el fenómeno de la maduración que se mencionó anteriormente.

El estudio - cuando se plantea el problema - abarca los efectos del cambio tecnológico en la estructura de la economía, y se menciona, de manera específica, cuellos de botella que pueden aparecer cuando se utilizan los recursos. El hecho de que estos puntos no fueron considerados en el sentido empírico sugiere que el cambio tecnológico haya sido neutral.

El trabajo hizo un sondeo de los efectos distributivos del cambio tecnológico entre productores y consumidores. En mi caso personal, la afirmación de que los reflejos del cambio tecnológico en el excedente del productor fueron negativos, se constituyó en una sorpresa, especialmente en Argentina y en el período considerado, ya que las condiciones del mercado internacional eran grandemente favorables.

No hay duda que el problema se relaciona con la elasticidad ingreso de la demanda, lo que fue reconocido por el autor. Tal vez lo que se pudiese hacer sería una crítica a la estimación de la elasticidad, y así Norés y el CONADE estarían involucrados en el asunto.

En sus conclusiones el trabajo explora algo que se relaciona con el proceso de adopción de los nuevos conocimientos. Ciertos sondeos fueron hechos. Estos habrían sido mejor ubicados si se pudiera contar con un estudio explorando los aspectos dinámicos del proceso. Aquí el fenómeno de la maduración podría haber sido tratado en perspectivas más adecuadas. No se puede, entretanto, comentar el trabajo por aquello que él no estudia. El autor hizo su estimación e intentó explorarla en las direcciones posibles, lo que merece encomios.

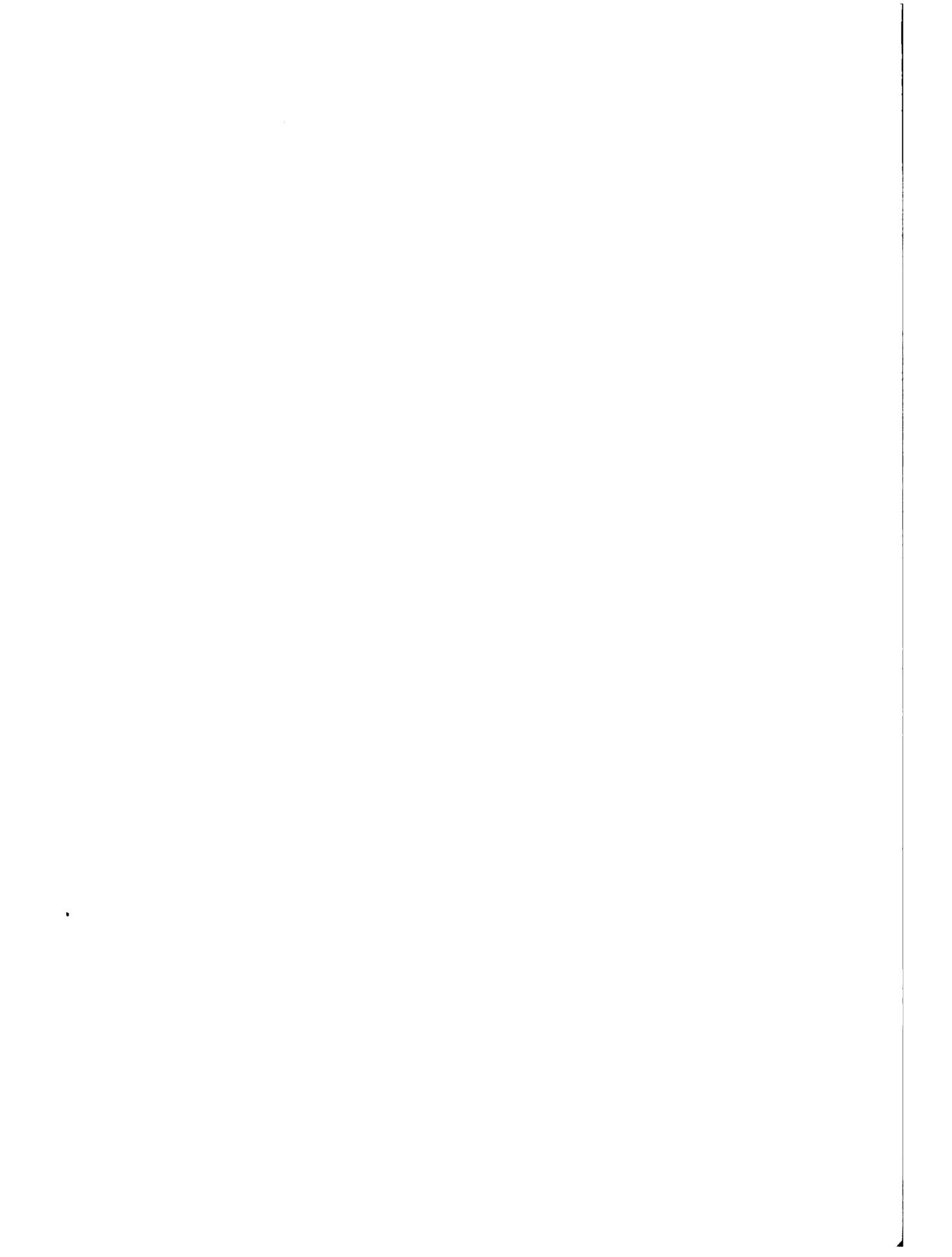
Un comentario adicional y final dice respecto a la incertidumbre y al riesgo involucrado en el proceso de la investigación. Este comentario tiene que ser hecho en función del momento que vive la profesión de economista agrícola, y también en consideración a la presencia en el Seminario del Profesor John Dillon. Me permito afirmar que el trabajo tiene su utilidad práctica reducida considerablemente por no considerar de manera deliberada, en ninguno de los aspectos que abarca el efecto de factores que incorporan riesgo e incertidumbre al proceso de producción de conocimiento. En las palabras de J. R. Anderson "La investigación es la quintaesencia del riesgo."

Haciendo abstracción de estos aspectos, deseo terminar mis comentarios presentando mis felicitaciones al Prof. Piñeiro por su trabajo, por la exposición clara y el esfuerzo que ha dedicado a un tema muy importante. Espero que mis comentarios también contribuyan para traer más luces a la discusión.



## **CAPITULO VI**

**OBJETIVOS MULTIPLES  
EN LA EVALUACION EX ANTE DE PROYECTOS**



## VI. OBJETIVOS MÚLTIPLES EN LA EVALUACION EX ANTE DE PROYECTOS

John L. Dillon\*

### A. CONFERENCIA

#### 1. INTRODUCCION

La mayoría de las opciones entre proyectos agropecuarios alternativos involucra varios objetivos o dimensiones de evaluación. Por ejemplo: monto del gasto, valor actual, pauta de retorno a través del tiempo, orientación hacia grupos específicos, efectos sobre la distribución del ingreso, impacto regional, efectos de encadenamiento, impacto en la balanza de pagos, etc. Para cualquier proyecto en particular, la estimación ex ante de la medida en que se logran estos múltiples objetivos o atributos es generalmente incierta.

Este trabajo indicará brevemente el amplio espectro de los métodos de decisión disponibles para describir o prescribir decisiones cuando se persiguen objetivos múltiples. Reseñaremos, entonces, con más detalle, uno de estos enfoques - el basado en la teoría de utilidad con atributos múltiples - Este enfoque parece ofrecer el mayor alcance como guía para enfrentar opciones en la práctica.

#### 2. METODOS DE DECISION CON OBJETIVOS MÚLTIPLES

Mac Crimmon (1973) ha compuesto y citado ejemplos ilustrativos de la siguiente lista de métodos de decisión con objetivo múltiples:

##### a. Métodos de Ponderación

###### 1) Preferencias inferidas

- a) Regresión lineal
- b) Análisis de varianza
- c) Regresión cuasi - lineal

###### 2) Preferencias directamente determinadas: agregación general

- a) Tasa de cambio entre objetivos
- b) Ponderación aditiva simple
- c) Ponderación aditiva jerárquica
- d) Ponderación cuasi - aditiva

###### 3) Preferencias directamente determinadas: agregación especializada

- a) Maximin
- b) Maximax

##### b. Métodos de Eliminación secuencial

###### 1) Alternativa versus un standard: comparación a través de atributos

---

\* Ph. D. Universidad de New England, Armidale, Australia.

- 2) Alternativa versus alternativa: comparación a través de atributos
- 3) Alternativa versus alternativa: comparación a través de alternativas.
  - a) Lexicografía
  - b) Eliminación por aspectos

#### c. Métodos de Programación Matemática

- 1) Función de objetivo global: programación lineal
- 2) Metas en restricciones: programación por metas
- 3) Objetivos locales: programación interactiva, multi - criterio

#### d. Métodos de Proximidad Espacial

- 1) Gráficos de Iso - preferencia: mapa de indiferencia
- 2) Puntos ideales: multidimensional, escala no métrica
- 3) Preferencias gráficas: superposiciones gráficas

Los métodos de ponderación son los que han recibido la mayor atención. Ellos involucran el uso de escalas numéricas para medir preferencia en relación a un atributo y ponderaciones numéricas para agregar a través de los distintos atributos. Los métodos de **preferencia inferida** involucran inferir en base a las preferencias de anteriores opciones de quienes realizan las decisiones. Lo inferido se emplea como insumo para un modelo estadístico lineal. Esta modalidad - desarrollada en investigación psicológica - no es relevante para evaluación de proyectos. El uso de **preferencias directamente determinadas con agregación general** involucra un cuestionamiento directo de la persona que toma la decisión y decide la opción sobre la base de un indicador agregado para cada alternativa. Este es el enfoque de utilidad con atributos múltiples que exploraremos con más detalle. La **determinación directa de preferencia con agregación especializada** también involucra una indagación directa para elegir preferencias, pero usa atributos específicos para representar toda la alternativa; por ej., un procedimiento de ponderación cero - uno. Tales ponderaciones son demasiado extremas para la evaluación de proyectos, excepto cuando son usadas en un contexto iterativo.

Los métodos de **eliminación secuencial** implican esencialmente, un proceso secuencial de comparación de alternativas en base a los valores de los atributos. De este modo, las alternativas se eliminan una por una, hasta quedar solamente una, la alternativa preferida. Tales métodos requieren menos esfuerzos de la persona que toma la decisión pero son algo burdos y descansan, tal vez demasiado, en la intuición.

Los métodos de **programación matemática** son también promisorios como guía en la evaluación de proyectos. La **programación lineal común** puede ser vista como un método para el diseño de proyecto dada una función objetivo y una serie de restricciones. La **programación por metas** considera como actividades tanto los proyectos posibles como su producción asociada de valores de atributos. Y, para agregar los efectos de cada atributo, emplea una función objetivo con ponderaciones elegidas por quien toma la decisión. Candler y Boehlje (1971) y Lee y Clayton (1972) proveen ejemplos del método. La **programación interactiva multi - criterio** requiere que la persona que toma la decisión suministre sus tasas de cambio locales, entre atributos, en la proximidad de una alternativa factible. Mediante un proceso interactivo - interactivo, a desarrollarse entre quien decide y el analista, la solución óptima se logra eventualmente allí donde el agente de decisión no desea revisar más sus tasas de cambio. La desventaja general de los métodos de programación matemática para la evaluación de proyectos es que no pueden manejar adecuadamente y de un modo práctico la incertidumbre.

Los métodos de **proximidad espacial** son de varios tipos, pero todos involucran la identificación de configuraciones ideales y una regla para la elección basada en la proximidad de las alternativas al ideal. Al igual que los métodos de eliminación secuencial, ellos confían demasiado en la intuición.

Siguiendo esta amplia visión de posibles enfoques, pasamos ahora a una exposición más detallada del método de utilidad con atributos múltiples. Debido a que los conceptos implicados pueden parecer complicados (si no extraños) al primer contacto, debe enfatizarse que este método es práctico y viable. Sin embargo, el esfuerzo que involucra vale la pena, probablemente, sólo para opciones de proyectos donde se puede contar con uno o dos meses del tiempo del analista (incluyendo alrededor de una semana de interacción con la autoridad de decisión). La mejor aplicación documentada de este método es la de Neufville y Keeney (1972) y Keeney (1973) para la elección entre lugares alternativos para un nuevo aeropuerto en la ciudad de Méjico. Esta aplicación se efectuó con atributos inciertos y criterios u objetivos de: costo, capacidad, tiempo de acceso, seguridad, reasignaciones en el uso de la tierra, consideraciones sobre ruidos y sobre defensa. El análisis tomó 50 días - hombre de trabajo.

### 3. NOTACION

La notación usada se refiere a las consecuencias de un curso de acción resultante de la decisión de adoptar un proyecto en particular (o una combinación de proyectos). Cada consecuencia es medida en un conjunto de  $n$  objetivos, criterios, dimensiones o atributos. Una consecuencia específica  $\underline{x}$  se indica como  $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ , donde  $x_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) se refiere al nivel del atributo  $i$ . A su vez,  $x_i^-$  se refiere a los atributos que no sean  $i$  y  $\tilde{x}_i$  es el equivalente de certeza del  $i$ -ésimo atributo. El nivel más preferido de  $x_i$  considerado se simboliza  $x_i^+$ , y el menos preferido:  $x_i^-$ . Algunas veces, para evitar suscriptos y cuando no resulte ambigüedad, una consecuencia se notará  $(x, y)$ .  $w_i$  se refiere a la ponderación del  $i$ -ésimo atributo. Las preferencias en valores  $v_i(x_i)$  se refieren a resultados sin riesgo, o ciertos. Las preferencias en utilidad, en cambio, se relacionan con resultados riesgosos o inciertos y se denotan:  $U_i, X_i$ . Preferencia, como relación, se indica mediante el símbolo  $>$  (p. ej.  $A > B$  significa que se prefiere A a B). La relación de indiferencia se presenta mediante el símbolo  $\sim$ .

### 4. DECISIONES BAJO CERTEZA

#### a. Procedimientos

Cuando se conocen con certeza los valores de cada atributo para los resultados de cada proyecto alternativo, la opción es un proceso relativamente simple. Si hay sólo un atributo, p. ej. valor actual, el que decide necesita solamente clasificar cada alternativa por su resultado. Si varios criterios están implicados, él tiene dos opciones de procedimiento. Primero, puede componer los atributos en un atributo  $y$ , a partir de allí, clasificar las consecuencias en términos de este atributo compuesto. Raiffa (1969, pp. 8 - 16) describe como ésto puede hacerse colocando un nivel de referencia de  $y$  al nivel  $y^b$ . Partiendo de ese punto, mediante la variación de  $x$ , se pueden ir encontrando valores de  $x'$  tales que  $(x', y^b) \sim (x, y)$  para cada combinación de resultados. Si hay muchos atributos, cada posible combinación de niveles es igualado a la unidad, con niveles de referencia fijos en todos los atributos, salvo uno variable: el  $x'_i$ .

La elección óptima tiene el valor más preferido  $x'$ . Si la tasa de sustitución entre  $x$  e  $y$  es constante a través de todos sus valores, entonces cualquier par  $(x, y)$  puede ser expresado como  $(x + sy, o)$  donde  $s$  es la tasa de sustitución. A partir de allí basta con ordenar los valores  $(x + sy)$ .

Alternativamente, puede usarse el modelo aditivo:

$$(1) \quad V(\underline{x}) = \sum w_i [ v_i(x_i) ]$$

Las escalas de preferencias en valor  $v_i(x_i)$  y los pesos  $w_i$  para cada atributo pueden encontrarse por cualquiera de varios métodos. Fishburn (1967) describe ocho de estos métodos. Las ponderaciones son dependientes de los menos y más elevados niveles de preferencia del atributo. Si el nivel menos preferido  $x_*$  se coloca en cero y el más preferido  $x^*$  en 1 para cada atributo, uno necesita solamente determinar los valores relativos de  $x^*$ s, para encontrar estas ponderaciones. Esto puede realizarse mediante una simple valuación intuitiva en una escala de 0 al 1, o mediante métodos más formales (Stevens, 1966).

En general, la mayoría de la investigación ha mostrado que los datos sobre juicios no son afectados por los métodos usados para recolectarlos (Eckenrodi, 1965). Dada esta consistencia, bien se pueden usar métodos simples en lugar de métodos complejos. Como consecuencia de esto, deben preferirse mecanismos de ranqueo y comparación de tasas de sustitución.

Como un ejemplo, supongamos que debemos elegir entre tres proyectos con las siguientes características:

	PROYECTO		
	A	B	C
Valor actual ( \$ 10 <sup>6</sup> )	20	15	25
Tiempo requerido para su finalización (años)	8	5	12
Grupo específico de beneficiarios (10 <sup>6</sup> )	2	3	1

Empleando la modalidad sugerida por Raiffa, puede plantearse emplear un grupo específico de 2 y un tiempo de culminación de 5 como puntos de referencia. Podríamos así determinar que los agentes de decisión expresan:

$$A: (20, 8, 2) \sim (17, 5, 2)$$

$$B: (15, 5, 3) \sim (18, 5, 2)$$

$$C: (25, 12, 1) \sim (18, 5, 1) \sim (15, 5, 2)$$

El proyecto B sería entonces el preferido. Si, en cambio, decidimos emplear el modelo aditivo, supongamos que, en términos de preferencias en valor, la estimación resulta: proyecto A = (.7, .6, .8); B = (0, 1, 1); C = (1, 0, 0). Si nuestras ponderaciones de preferencia entre los atributos son .5, .6 y 1.0, la ecuación (1) implica  $V(A) = 1.51$ ,  $V(B) = 1.60$  y  $V(C) = 0.5$ . Por lo tanto, nuevamente B sería el proyecto preferido.

#### b. Aplicabilidad del Modelo Aditivo

Se encontró que el modelo aditivo es muy adecuado en condiciones de certeza. Este modelo supone independencia preferencial entre los atributos, o sea que las tasas de cambio entre ellos son constantes. Pero el modelo generalmente funciona bien porque los efectos no - aditivos (p. ej. interacción) entre los  $v_i(x_i)$  son cubiertos por los principales efectos de los atributos, (p. ej. lineal).

Por ejemplo, si

$$V(x_1, x_2, x_3) = v_1(x_1) v_2(x_2) + v_2(x_2) v_3(x_3) + v_1(x_1) v_3(x_3)$$

y  $v_i(x_i)$  varía de 1 a 7, un simple modelo aditivo podría todavía reconocer el 94 % de  $V(x)$  al cambiar los valores de  $x$ . (Edwards y Tversky, 1961, p. 305).

## 5. OPCION CON CONSIDERACION DE LA UTILIDAD Y DEL RIESGO

La evaluación de proyectos bajo incertidumbre es una tarea mucho más compleja y difícil que cuando se dan condiciones de certeza. La razón es que las consecuencias son probabilísticas y no seguras. Lo que se necesita, por lo tanto, es una forma de comparar conjuntos de distribuciones de probabilidades. Un conjunto debe cubrir cada uno de los  $n$  atributos para cada proyecto, de manera de establecer el grupo más preferido. La teoría de la utilidad con atributos múltiples proporciona un medio de realizar esto.

La teoría de utilidad está basada en tres axiomas que mucha gente considera como razonables. Ellos son:

**Ordenamiento** Una persona o bien prefiere una de entre dos distribuciones de probabilidades de resultados ( $h_1$  y  $h_2$ ) o es indiferente entre ellas. Y si  $h_1 > h_2 > h_3$ , entonces  $h_1 > h_3$ .

**Continuidad** Si una persona prefiere la distribución de probabilidad  $h_1$  en relación a  $h_2$ , y ésta en relación a  $h_3$ , entonces existe una única probabilidad  $p$  tal que la persona es indiferente entre  $h_2$  y una lotería que ofrece probabilidad  $p$  de dar la distribución  $h_1$  y probabilidad  $(1 - p)$  de dar la distribución  $h_3$ .

**Independencia** Si  $h_1 > h_2$ , y  $h_3$  es alguna otra distribución de probabilidad, entonces una lotería con  $h_1$  y  $h_3$  como premios sería preferible a una lotería con  $h_2$  y  $h_3$  como premio, si la probabilidad de que ocurriera  $h_1$  y  $h_2$  fuera la misma en ambos casos.

Estos tres axiomas implican el **teorema de utilidad esperada**. Para un agente de decisión cuyas preferencias no violen los axiomas de ordenamiento, continuidad e independencia, existen los siguientes dos aspectos:

- una única distribución subjetiva de probabilidades para el conjunto de resultados asociados con cualquier alternativa de opción bajo riesgo; y
- una función  $U$ , llamada función de utilidad, cuyo valor esperado da la medida de atracción de cada una de las alternativas disponibles para ser elegidas en condiciones de riesgo.

Si los axiomas no son aceptados por quien toma la decisión, la teoría de la utilidad no es aplicable. Si son aceptados, la teoría de utilidad con atributos múltiples provee de un medio para asegurar que la elección de los proyectos se corresponde con la preferencia del agente de decisión y proporciona un mecanismo para asegurar esto en casos demasiado complicados para ser manejados satisfactoriamente en base a intuición.

Para aplicar la teoría de utilidad con atributos múltiples debe establecerse una función de utilidad  $u_i(x_i)$  para cada atributo y también ponderaciones  $w_i$  para cada atributo, para que puedan agregarse todos ellos en una sola medida de utilidad.

Las funciones de utilidad  $u_i(x_i)$  pueden ser establecidas formulándole a quien toma la decisión una serie de preguntas basadas en el axioma de continuidad. Este axioma implica que para una lotería que ofrece  $x^*$  (mejor resultado) con probabilidad  $p$  y  $x_*$  (peor resultado) con probabilidad  $(1 - p)$ , existe un equivalente de certeza  $\hat{x}$  tal que

$$(2) \quad pu(x^*) + (1 - p)u(x_*) = u(\hat{x})$$

Efectuando una serie de preguntas con cualesquiera tres de las cuatro variables  $p$ ,  $x^*$ ,  $x_*$  o  $\hat{x}$  fijadas a varios niveles, y averiguando la cuarta para satisfacer la ecuación (2), (esto es: para lograr indiferencia) puede ser calculada una serie de puntos en el espacio  $[x, u(x)]$ . La curva de utilidad puede ser entonces graficada o ajustada por medios estadísticos.

Por ejemplo, si  $p = .5$  y  $x^*$  y  $x_*$  se colocan en los extremos del rango relevante de  $x$ , y si establecemos que  $u(x^*) = 1$  y  $u(x_*) = 0$ , entonces el equivalente de certeza o el valor seguro de indiferencia de  $\hat{x}$  debe tener un valor en utilidad de  $(.5)(0) + (.5)(1) = .5$ . Entonces, usando  $\hat{x}$  en lugar de  $x^*$  (y luego de

$x_*$ ) en la ecuación (2), podemos establecer un equivalente de certeza cuyo valor de utilidad sea 0.75 (y luego 0.25). Y así sucesivamente, hasta tener de 7 a 9 puntos [  $x, u(x)$  ], los cuales serán generalmente suficientes para dibujar y/o ajustar la función  $u_i(x_i)$  para un atributo particular  $x_i$ .

## 6. EL ENFOQUE DE UTILIDAD CON ATRIBUTOS MÚLTIPLES

Los pasos para la evaluación ex ante de proyectos con utilidad y atributos múltiples son los siguientes:

- a. especificar las alternativas del proyecto (incluyendo combinaciones);
- b. determinar el conjunto de distribuciones de probabilidades para resultados asociados con alternativa de proyecto;
- c. deducir la función de utilidad de quien decide, para el rango de resultado de cada atributo (empleando los procedimientos ya delineados);
- d. usar el modelo de utilidad apropiado, según se discutirá más adelante, para hallar la utilidad esperada de cada alternativa de proyecto;
- e. elegir el proyecto o la combinación de proyectos con la mayor utilidad esperada.

Los items (b) y (d) de esta lista requieren mayor discusión - primero veremos procedimientos de agregación de probabilidades y luego los referidos a agregación de utilidad.

## 7. PROBABILIDAD

### a. Obtención de Distribuciones de Probabilidades Subjetivas

La evaluación de proyecto debería basarse en las distribuciones de probabilidades subjetivas sobre las consecuencias, evaluadas por quien toma las decisiones. Esto es, sobre las distribuciones en las cuales él cree y en base a las cuales desea actuar (apostar) porque ellas combinan o admiten cualquier información, experiencia y presentimiento que él posee. Por cierto que las distribuciones de probabilidades objetivas, aún si existieran, no deberían usarse a menos que la persona que toma la decisión las acepte - es decir: a menos que ellas se transformen en distribuciones de todos modos.

Hogarth (1973) en una revisión de las bases psicológicas de la probabilidad subjetiva llegó a las siguientes conclusiones pesimistas: No hay una distribución esperando para ser obtenida en la mente de la persona que toma la decisión, sino que la composición de ella y su obtención ocurrirán juntas y es más probable que este proceso sea difícil y no fácil. Diferentes métodos de selección pueden dar diferentes resultados. Y si se cambian las consecuencias, p. ej. si se duplican, las probabilidades podrían duplicarse también, aunque no debieran.

Sin embargo, un analista no debería decir a quien toma la decisión tan sólo que haga su mejor apuesta. Hasta cierto punto, la persona que decide puede hacer esto sin ayuda. Lo que el analista puede hacer es obtener las distribuciones de probabilidades subjetivas requeridas, de la manera más directa y convincente posible. Deben evitarse los métodos indirectos que presuponen un tipo particular de distribución, (p. ej. Beta, normal, etc.).

Existen varios procedimientos directos simples. Puede realizarse una distribución cuantil de la distribución acumulativa. Supongamos que  $x$  es igualmente probable que caiga en el recorrido  $x^0$  a  $x^1$ . ¿cuál es el valor de  $x^{.5}$  de tal modo que sea igualmente probable que  $x$  sea menor o mayor que  $x^{.5}$ ?  $x^{.5}$  es entonces



el 50 percentilo de la distribución de  $x$ . De la misma forma, encontrar  $x^{.75}$  si es seguro que  $x$  está entre  $x^{.5}$  y  $x^1$ ;  $x^{.25}$  entre  $x^0$  y  $x^{.5}$  y así sucesivamente. Generalmente 5 o 7 de estos valores percentiles serán suficientes para dibujar adecuadamente la curva acumulativa.

Otro procedimiento, mucho más sencillo, pero menos preciso, consiste en hallar la moda y los percentilos 5 y 95 y usar la fórmula de libre distribución (Perry y Grieg, 1975) para estimar los momentos de la distribución. Estos momentos pueden entonces usarse para evaluar la utilidad esperada (Anderson, Dillon y Hardaker, 1976).

Ambos procedimientos mencionados utilizan preguntas de tipo lotería y no involucran a la persona que toma la decisión al elaborar la distribución. Su participación es mayor con procedimientos como los usados por Pouliquen (1970), en los cuales el analista divide el posible rango de  $x$ , digamos, entre 10 intervalos y adjudica una probabilidad a cada intervalo. Quien toma la decisión y el analista varían entonces el tamaño y número de intervalos hasta que el agente de decisión está conforme con la distribución. Este procedimiento es simple y permite al asesor y a quien decide ver cómo se va construyendo la distribución.

El método más simple de todos es pedir unos pocos puntos estimados de probabilidades en lugar de una distribución completa. Por ejemplo, las probabilidades de un valor de  $x$  "alto", "medio" o "bajo" pueden ser seleccionados. A pesar de ser imperfecto, este método es práctico.

#### b. Tratamiento de la Dependencia Probabilística

Un problema que puede surgir en el análisis multiobjetivo es que dos o más atributos pueden ser probabilísticamente dependientes, en cuyo caso será necesario conocer su distribución conjunta. La determinación de una distribución conjunta no sólo es difícil sino que también su uso es tedioso. Por lo cual ellas deberían ser evitadas, si ello es posible.

La dependencia estadística puede ser probada por introspección y, más formalmente, determinando varias probabilidades incondicionales  $p(x)$  y  $p(y)$ , y comparando entonces sus productos  $p(x)p(y)$  con determinaciones separadas de la probabilidad conjunta  $p(x,y)$ . Si ambas coinciden de una manera razonablemente estrecha se puede asumir independencia. Existe dependencia, hay tres procedimientos para operar (Pratt, Raiffa y Schlaifer, 1965). Uno de ellos consiste en transformar los atributos para lograr independencias. Otro relaciona las variables conjuntamente dependientes a un sistema jerárquico de variables explicatorias para lograr una independencia condicional- una tarea compleja. Un tercer procedimiento consiste en verificar la independencia de utilidad mutua (que se discutirá más adelante) y usar equivalentes de certeza (también según se discutirá luego).

Si la dependencia es muy fuerte y no puede ser ignorada, se puede encontrar una distribución conjunta determinando la distribución de una variable (digamos  $x$ ) y, entonces, determinar para cada intervalo de esta variable la distribución condicional de la otra variable. Las probabilidades conjuntas son  $p(x_i, y_j) = p(y_j | x_i) p(x_i)$ .

## 8. MODELO DE UTILIDAD ADITIVO

Una vez que se averiguen las funciones de utilidad y las distribuciones de probabilidades, se requiere algún procedimiento para agregar la utilidad esperada a través de las distribuciones de atributos para cada proyecto. Son posibles varios tipos de modelos de agregación de utilidades (Winterfeldt y Fischer, 1973). Discutiremos primero el modelo más simple, el aditivo.

El supuesto básico para el modelo aditivo es la marginalidad. Esta prevalece si la utilidad para el resultado en cualquier atributo depende solamente de la probabilidad marginal de ese atributo y no de la

distribución conjunta de este con cualquier otro atributo. Por ejemplo, supongamos que nuestro decisor tiene que elegir entre lugares alternativos de diques que implican diferentes probabilidades de inundación para los granjeros en dos áreas. Así tendríamos:

Lugar	Probabilidad	Resultado	
		Probabilidad resultante de inundación en área	
		A	B
1	.5	0	0
	.5	0.1	0.1
2	.5	0.1	0
	.5	0	0.1

Para aplicar el modelo aditivo, la persona que decide debería ser indiferente entre los lugares 1 y 2 en el ejemplo citado. Pero esta persona puede preferir razonablemente el lugar 1, porque implica mayor equidad entre las áreas A y B. Produciendo el embalse en el lugar 1, ambas áreas tienen una probabilidad cero o 0.1 de inundación. En cambio, eligiéndose el lugar 2, un área nunca se inundará y la otra tendrá siempre una probabilidad 0.1 de inundarse.

Los otros requerimientos para el modelo aditivo son la independencia de utilidad y la independencia preferencial. La independencia de utilidad prevalece si  $u_i(x_i)$  no es afectada por los niveles de  $x_j$ . Esto puede verificarse mientras se deriva la función de utilidad para cada atributo. Preguntamos simplemente a la persona que decide si su equivalente de certeza a varios niveles de  $x_i$  podría ser diferente si los niveles de  $x_j$  fueran diferentes.

La independencia preferencial se refiere a elección bajo certeza y prevalece si  $(x_i, x_j, x_i^* \dots) \sim (x_i, x_j, x_i^* \dots)$  para cualquier valor de  $x_i^*$ . Esto implica que las curvas de indiferencia entre  $x_i$  y  $x_j$  no dependen de los valores  $x_i^*$ . La prueba más fácil es preguntarle a quien decide, para cada par de atributos, si sus tasas de cambio entre ellos varía al variar  $x_i^*$ . Nótese que la independencia preferencial no es relevante si hay sólo dos atributos.

Si el modelo aditivo se mantiene, simplemente se debe agregar la utilidad esperada de cada atributo para cada consecuencia. Sin embargo las funciones de utilidad del atributo,  $u_i(x_i)$  no se colocarán en una escala común. Por ello, la utilidad de cada atributo deberá tener un factor de ponderación  $w_i$ . La utilidad de un proyecto particular, con consecuencias inciertas  $\underline{x}$  se da mediante:

$$(3) \quad U(\underline{x}) = \sum w_i [u_i(x_i)] \text{ donde}$$

$$(4a) \quad u_i(x_i) = \sum p_j u_i(x_{ij}),$$

siendo  $p_j$  la probabilidad del resultado  $j$ -ésimo  $x_{ij}$ ; o en términos continuos,

$$(4b) \quad u_i(x_i) = \int u_i(x_i) f(x_i) dx_i$$

donde  $f(x_i)$  es la distribución subjetiva de probabilidades de  $x_i$ .

El modelo aditivo es simple y ha sido usado aún cuando sus supuestos no son válidos (Winterfeldt y Fischer, 1973).

## 9. MODELO DE UTILIDAD MULTIPLICATIVO

Si la independencia de utilidad y la independencia preferencial prevalecen, pero no así la marginalidad, se puede utilizar el modelo multiplicativo. Según lo probado por Keeney (1972, ref. 8), este modelo implica:

$$(5) \quad \left\{ U(\underline{x}) = \prod [K k_i u_i(x_i) + 1] - 1 \right\} / K$$

donde  $u_i(x_i)$  es la utilidad esperada de  $x_i$  condicional en que  $x_{-i}$  se mantenga en cualquier nivel conveniente y con  $u_i(x_i)$  en una escala de 0 a 1;  $k_i$  es un factor de escala,  $\sum k_i = 0$  si  $\sum k_i = 1$ .

El valor de  $k_i$  es igual a  $p$ , donde  $p$  es la probabilidad tal que la persona que decide es indiferente entre el resultado seguro  $C_3$  y una lotería que ofrece  $C_1$  con la probabilidad  $p$  y  $C_2$  con la probabilidad  $(1 - p)$ . Estas consecuencias se especifican como:

$$\begin{aligned} C_1 &= (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*) \\ C_2 &= (x_{1*}, x_{2*}, \dots, x_{n*}) \\ C_3 &= (x_{1*}, x_{2*}, \dots, x_{i-1*}, x_{i+1*}, \dots, x_{n*}) \end{aligned}$$

Los factores  $k_i$  pueden entenderse como las preferencias relativas por elevar un atributo  $x_i$  en particular, del nivel inferior  $x_{i*}$ , permaneciendo constantes todos los otros a sus niveles  $x_{i*}$ . El valor  $K$  se obtiene resolviendo la ecuación (Keeney, 1972, ref. 8).

$$(6) \quad K + 1 = \prod (K k_i + 1)$$

La utilidad de cada alternativa del proyecto puede hallarse a partir de la ecuación (5). El que genera la mayor utilidad, como siempre, representa a la elección óptima. Nótese que los valores  $u_i(x_i)$  insertados en la ecuación (6) se obtienen igual que en la ecuación (4a) o (4b). Nótese también que si  $\sum k_i = 1$  de modo que  $K = 0$ , el modelo multiplicativo es absorbido por el modelo aditivo.

## 10. MODELOS DE UTILIDAD CUASI - ADITIVOS

Si no prevalecen la marginalidad ni la independencia preferencial, pueden aplicarse los modelos cuasi-aditivos (Keeney, 1972, ref. 9). Cuando hay más de tres atributos, sin embargo, el procedimiento se vuelve tan complicado como para resultar dudosamente práctico. Parecería mejor aplicar el modelo aditivo o multiplicativo, de todos modos. Y si hay solamente dos atributos, una cuidadosa valuación intuitiva será suficiente.

Si no se verifican ni marginal ni independencia preferencial o de utilidad, se aplican otros modelos. (Keeney, 1971). Pero ellos son muy complicados y es mucho más práctico utilizar el método de punto de referencia para encontrar un resultado en términos de un atributo equivalente a cada una de las combinaciones de atributos presentes en el problema, suponiendo que los atributos son discretos o que pueden ser hechos discretos (P. ej. en alto, medio, bajo). La utilidad de cada una de estas consecuencias medidas en términos de un atributo único, condicional a todos los otros atributos que se mantienen en sus niveles de referencia, es entonces hallada. Y las utilidades esperadas pueden calcularse para cada curso de acción.

## 11. METODO DEL EQUIVALENTE DE CERTEZA

Los equivalentes de certeza ofrecen un camino promisorio para superar las dificultades de la evaluación de proyectos riesgosos con atributos múltiples. Para la distribución de probabilidades de resultados de

cada atributo, puede calcularse un equivalente de certeza  $x_i$  condicional, dado que  $x_i$  es mantenido a algunos niveles fijos. Estos equivalentes de certeza, siendo no riesgosos, pueden entonces agregarse a través de funciones de preferencias en valor  $v_i(x_i)$  y pesos  $w_i$ . Realmente, desde que el modelo aditivo de la ecuación (1) constituye una excelente aproximación en la ausencia de riesgo, éste puede utilizarse en lugar de los modelos de utilidad. La ventaja de los equivalentes de certeza es que prescinden de la necesidad de determinar probabilidades - ellas ya están incluídas dentro del equivalente de certeza desde que

$$(7) \quad u_i(\hat{x}_i) = u_i(\sum p_j x_{ij}) = E [ u_i(x_i) ]$$

Sin embargo, existe un inconveniente para el uso de equivalentes de certeza. Este inconveniente es que su elección probablemente requerirá mucho más tiempo de la persona que toma la decisión que cualquier otro método.

Además, estos otros métodos tienen la ventaja de descomponer el problema de decisión en partes (utilidades y probabilidades) que pueden ser investigadas con más concentración por el analista.

## 12. UN EJEMPLO

Supongamos que el conjunto de oportunidades de quien toma la decisión consiste de tres proyectos independientes indivisibles, A, B, C. Hay cuatro objetivos a considerar ( $i = 1, 2, 3, 4$ ), digamos: desembolso inicial  $x_1$  que es cierto, efectos sobre la balanza de pagos  $x_2$  e efectos regionales  $x_3$  y valor actual  $x_4$ . Para simplificar, las consecuencias inciertas  $x_2$ ,  $x_3$  y  $x_4$  de cada proyecto se han hecho discretas y se presentan sólo en dos valores posibles: "bajo y alto". Los datos son como se indican en el cuadro 1 y ellos reflejan los resultados de presupuestación, consejo experto y juicio. Los valores de los atributos se toman según medidos en unidades apropiadas. Según se indica en el Cuadro 2, sin restricción de desembolso habría siete combinaciones de proyectos alternativos y 728 posibles conjuntos resultantes. (Si hemos supuesto tres niveles por atributo, el número de conjuntos resultantes podría ser 21.951) - ¡de ahí la simplicidad de nuestro ejemplo! . Para mantener el ejemplo manejable para exposición, deberíamos asumir que el desembolso total se restringe a 18. Las combinaciones posibles de proyectos son así como se muestran en el Cuadro 3 con los detalles de sus conjuntos de consecuencias. Nótese que las consecuencias resultantes en términos de atributos, de la única combinación factible del proyecto (A, B, 0) son la simple suma de la resultante de los proyectos individuales componentes, desde que asumimos que los proyectos no son ni complementarios ni antagónicos.

Supondremos que las probabilidades enumeradas en el Cuadro 3 han sido obtenidas de las probabilidades condicionales del Cuadro 4. Por ejemplo, para la primera secuencia de la combinación del proyecto (A, 0, 0) tenemos:

$$\begin{aligned} P(x_1, x_2^*, x_3^*, x_4^*) &= P(x_4^* / x_3^*) \quad P(x_3^* / x_2^*) \quad P(x_2^*) \\ &= (0.7) (0.8) (0.7) \\ &= 0.392 \end{aligned}$$

Supondremos que las probabilidades condicionales del Cuadro 4 han sido elegidas directamente por la persona que decide, mediante alguna técnica apropiada de los tipos anteriormente discutidos. La inspección de estas probabilidades condicionales demuestra que nuestro decisor no considera los diferentes atributos como estadísticamente independientes. Para proyectos A y B, los atributos resultantes están asociados positivamente, y están asociados negativamente para el proyecto C. Debido a esto, es más sencillo trabajar con la distribución conjunta de las consecuencias inciertas  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$ . Esto significa, calcular las utilidades esperadas re-arreglando la ecuación (3) en la forma

$$(8) \quad U(\underline{x}) = \sum_j p_j \sum_i w_i u_i(x_{ij})$$

donde  $j$  denota la combinación  $j$  de los atributos y  $p_j$  es la probabilidad de esta combinación.

A pesar de que los datos del Cuadro 1 parecen algo inocuos, una mirada a sus implicaciones, según Cuadro 3, muestra la imposibilidad de una adecuada valuación intuitiva. Pese a que solamente cuatro combinaciones de los tres proyectos independientes indivisibles están involucradas, con sólo dos posibles niveles de tres atributos, no es humanamente posible comprender simultáneamente los datos de una manera adecuada. Y la mayoría de los problemas de evaluación de proyectos del mundo real serán mayores que en este ejemplo.

Suponiendo independencia preferencial entre atributos, la modalidad de punto de referencia podría ser utilizada para evaluar los datos del Cuadro 3. Lo que se requiere es la elección de un punto de referencia equivalente, digamos que él resulta ser:

$$x'_1, x_2 = 20, x_3 = 14, x_4 = 16 \sim (x_1, x_2, x_3, x_4);$$

para cada uno de los 88 posibles conjuntos resultantes, junto con la elección de la función de preferencia condicional  $u_1(x_1, x_2 = 20, x_3 = 14, x_4 = 16)$ . Empleando esta función de utilidad, cada una de las combinaciones de los proyectos podría entonces ser evaluada de una manera común en términos de utilidad esperada.

Si podemos suponer ambos, la preferencia conjunta y la independencia de la utilidad, puede aplicarse el modelo multiplicativo de la ecuación (5). Nosotros haremos esto suponiendo que se han producido los siguientes valores para  $k_i$  y  $u_i(x_i)$ :

$x_i$	$k_i$	$u_i(x_i)$
1	0.7	$x_1 - 0.004 x_1^2$
2	0.6	$x_2 - 0.006 x_2^2$
3	0.4	$x_3 - 0.008 x_3^2$
4	0.3	$x_4 - 0.010 x_4^2$

De acuerdo a la ecuación (6), los valores  $k_i$  arriba mencionados implican  $K = -0.93$ . Sustituyendo en la ecuación (5) tenemos la utilidad de un conjunto particular de resultados de atributos:

$$(9) \quad U(\underline{x}) = \left\{ [1 - 0.651 (x_1 - 0.004 x_1^2)] [1 - 0.558 (x_2 - 0.006 x_2^2)] \right. \\ \left. [1 - 0.372 (x_3 - 0.008 x_3^2)] [1 - 0.279 (x_4 - 0.010 x_4^2)] - 1 \right\} / (-0.93)$$

Este valor  $U(\underline{x})$  se calcula para cada una de las 88 combinaciones resultantes enumeradas en el Cuadro 3. Para cada combinación de proyecto, la utilidad esperada se calcula entonces (según la ecuación (8)).

$$(10) \quad U(\text{Combinación de proyecto}) = E[U(\underline{x})] \\ = \sum_j p_j \sum_i U(\underline{x})$$

donde  $p_j$  es la probabilidad de  $x_j$ , de acuerdo al Cuadro 3. Esto da los siguientes valores de utilidad para las posibles combinaciones de proyectos:

$$\begin{aligned} U(A, 0, 0) &= 409 \\ U(0, B, 0) &= 61 \\ U(0, 0, C) &= -4931 \\ U(A, B, 0) &= 2434 \end{aligned}$$

La inversión preferida, en términos de objetivos múltiples es (A, B, 0).

### 13. COMPLICACIONES

#### a. Decisiones de Grupo

Hasta ahora hemos supuesto una sola persona que tome la decisión. Muy a menudo, la autoridad que decide consistirá en un grupo de personas (comité). El análisis debe ser entonces en términos de las distribuciones de probabilidades subjetivas del grupo y de funciones de utilidad.

Aún no hay, a menos que el grupo esté preparado para aceptar los juicios de uno de sus miembros, como representando aquellos del grupo, o esté preparado para llegar a un acuerdo a través de la discusión, un método para que las probabilidades del grupo o para que las funciones de utilidad puedan ser derivadas. Verdaderamente, a menos que prevalezca una de las dos condiciones mencionadas, no podemos hablar de probabilidades de grupo ni de utilidades. Este problema está discutido con más extensión por Anderson, Dillon y Hardaker, (1976, Ch. 5).

#### b. Efectos del Tiempo

Los proyectos transcurren en el tiempo. En nuestro análisis hemos supuesto que cada atributo u objetivo puede ser determinado como una simple cifra que refleja el comportamiento del proyecto en esa dimensión a través del tiempo. Por ejemplo, el valor actual es una medida sintética de los resultados financieros de una secuencia en el tiempo. Sin embargo, dos flujos de fondos pueden tener el mismo valor actual y aún ser muy diferentes en sus pautas secuenciales. El cuadro 5 nos da un ejemplo. A pesar de su valor actual igual, pocos decisores serían indiferentes entre las dos secuencias del cuadro. Y el mismo fenómeno puede ocurrir con cualquier atributo.

La solución al problema de los efectos del tiempo es considerar el tiempo como otra dimensión, o atributo, en el análisis. Por ejemplo, nuestro caso empírico de los cuadros 1 a 4 puede interpretarse como un problema que involucra un sólo objetivo riesgoso, digamos el retorno financiero en un período de tres años.  $x_1$  sería entonces el desembolso inicial;  $x_2$  el retorno al fin del año 1;  $x_3$  el retorno al fin del año 2;  $x_4$  el retorno al fin del año 3. El análisis de este problema de elección de proyecto con un sólo atributo sujeto a riesgo y un período de tiempo de tres años seguiría exactamente las pautas que hemos mostrado.

Con corrientes de tiempo de objetivos o atributos múltiples, el análisis se extiende simplemente a efectos de tratar la consecuencia de cada atributo en un período de tiempo particular como otra dimensión o como un atributo indicador del tiempo. Así con tres atributos básicos, generando cada uno una corriente de resultantes de 4 años, la evaluación se procederá en términos de  $3 \times 4 = 12$  atributos relacionados en el tiempo. El único efecto es un aumento multiplicativo en la magnitud del análisis. Nuevamente, el tratamiento más completo está explicado por Anderson, Dillon y Hardaker (1976, Ch. 8).

## 14. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Excepto para el caso de un grupo decisor que rehúsa alcanzar un acuerdo conjunto, o para agentes de decisión que no aceptan los axiomas subyacentes de utilidad, la teoría de utilidad con atributos múltiples proporciona el método teórico lógico para la evaluación del proyecto con objetivos múltiples. Sin embargo, su aplicación práctica es otra cuestión. Requiere todos los datos usuales basados en las resultantes del proyecto. También necesita en gran medida la interacción y cooperación entre el analista y quien toma la decisión. Dada esta cooperación, su aparente complicación no tiene importancia, ya que implica simplemente el hacer repetidamente el mismo tipo de cosa (utilidad y obtención de probabilidad).

Sin embargo, la evaluación de la utilidad con atributos múltiples, no es una panacea para la evaluación de proyectos con objetivos múltiples. Es dudoso que las burocracias, por ejemplo, acepten el énfasis en creencias subjetivas y en su explicitación - es mucho mejor mantenerlas escondidas bajo una máscara de "objetividad" y "hechos inexpugnables". ¿Y qué político expondría sus funciones de utilidad ante un escrutinio público? No obstante, el análisis de decisión basado en la utilidad - según lo demostrado en el estudio del aeropuerto para la ciudad de México (de Neufville y Keeney, 1972) - puede ejercer una poderosa influencia para forzar una estructura significativa sobre razonamiento informal, lo cual conduciría a una elección mucho más eficaz de la que pudiera ocurrir de otro modo. Este rol de guía más que de optimización implica también que el análisis de utilidad puede usarse no en su forma detallada completa pero más bien como pauta sin extensiva sofisticación y precisión.

## 15. BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSON, J. R., DILLON, J. L. and HARDAKER, J. B. *Decisions analysis in agricultural management*. Ames, Iowa State University Press. 1976.
2. CANDLER, W. and BOEHLJE, M. Use of linear programming in capital budgeting with multiple goals. *American Journal of Agricultural Economics* 53: 325 - 330. 1971.
3. ECKENRODE, R. T. Weighting multiple criteria. *Management Science* 12: 180 - 192. 1965.
4. EDWARDS, W. and TVERSKY, A., eds. *Decision making*. Harmondsworth, Penguin. 1961.
5. FISHBURN, P. C. Methods for estimating additive utilities. *Management Science* 13: 435 - 453. 1967.
6. HOGARTH, R. M. *Cognitive processes and the assessment of subjective probability distributions*. Fontainebleu, INSEAD. Research Paper no. 97. 1973.
7. KEENEY, R. L. Utility, independence and preference for multiattributed consequences. *Operations Research* 19: 875 - 893. 1971.
8. --- Multiplicative utility functions. Cambridge, M. I. T. University. Operations Research Centre. Technical Report no. 70. 1972.
9. --- Utility functions for multiattributed consequences. *Management Science* 18: 276 - 287. 1972.
10. --- A decision analysis with multiple objectives; the Mexico city airport. *Bell Journal of Econ. and Management Sciences* 4: 101 - 117. 1973.
11. LEE, S. and CLAYTON, E. R. A goal programming model for academic resource allocation. *Management Science* 18: B 395 - B 417. 1972.

12. Mac CRIMMON, K. R. An overview of multiple objective decision making. In Cochrane, J. L. and Zeleny, M., eds. Multiple criteria decision making. Columbia, University of South Carolina Press, 1973. pp. 18 - 44.
13. NEUEVILLE, R. de and KEENEY, R. L. Use of decision analysis in airport development in Mexico city. In Drake, A. et al, eds. Analysis for public systems. Cambridge, M. I. T. University Press. 1972. ch. 23
14. PERRY, C. and GRIEG, I. D. Estimating the mean and variance of subjective distributions in PERT and decision analysis. Management Science 21. 1975.
15. POULIQUEN, L. Y. Risk analysis in project appraisal. Baltimore, Hopkins. 1970.
16. PRATT, J. W., RAIFFA, H. and SCHLAIFER, R. Introduction to statistical decision analysis. New York, Wiley 1965.
17. RAIFFA, H. Preferences for multi - attributed alternatives. Santa Monica, RAND Corporation (RM - 5868 - DOT/RC). 1969.
18. ŠTEVENS, S. S. Metric for social consensus. Science 151: 530 - 541. 1966
19. WINTERFELDT, D. and FISCHER, G. Multiattribute utility theory; models and assessment procedures. Ann Arbor. University of Michigan. Engineering Psychology Laboratory. 1973.



**Cuadro 1**

**Juicio de la persona que toma la decisión sobre los atributos  
resultantes de tres proyectos riesgosos independientes indivisibles**

Atributo	Proyecto		
	A	B	C
$x_1$	- 10	- 8	- 18
$x_2$ Bajo	20	12	40
Alto	0	2	20
$x_3$ Bajo	18	14	50
Alto	2	0	- 10
$x_4$ Bajo	16	9	65
Alto	3	5	- 20

**Cuadro 2**

**Posibles combinaciones de proyectos y sus números de posibles  
conjuntos resultantes asociados para los tres proyectos del Cuadro 1**

Combinación del Proyecto	Número de Conjuntos Resultantes
A, 0, 0	8
0, B, 0	8
0, 0, C	8
A, B, 0	64
A, 0, C	64
0, B, C	64
A, B, C	512
	728

## Cuadro 3

Posibles conjuntos resultantes y su probabilidad de que ocurran para posibles combinaciones de los proyectos del Cuadro 1 cuando  $X_1$  esta limitado A - 18

Combinación del Proyecto	Posibles $x_1$	Conjuntos $x_2$	Resultantes $x_3$	Resultantes $x_4$	Probabilidad
(A, 0, 0)	- 10	20	18	16	. 392
	- 10	20	18	3	. 168
	- 10	20	2	16	. 014
	- 10	20	2	3	. 126
	- 10	0	18	15	. 084
	- 10	0	18	3	. 036
	- 10	0	2	16	. 018
	- 10	0	2	3	. 162
					1.000
(0, B, 0)	- 8	12	14	9	. 378
	- 8	12	14	5	. 042
	- 8	12	0	9	. 072
	- 8	12	0	5	. 108
	- 8	2	14	9	. 108
	- 8	2	14	5	. 012
	- 8	2	0	9	. 112
	- 8	2	0	5	. 168
					1.000
(0, 0, C)	- 18	40	50	65	. 010
	- 18	40	50	- 20	. 090
	- 18	40	- 10	65	. 240
	- 18	40	- 10	- 20	. 160
	- 18	20	50	65	. 036
	- 18	20	50	- 20	. 315
	- 18	20	- 10	65	. 090
	- 18	20	- 10	- 20	. 060
					1.000
o					
(A, B, 0)	- 18	32	32	25	.1482
	- 18	32	32	21	.0165
	- 18	32	18	25	.0282
	- 18	32	18	21	.0423
	- 18	22	32	25	.0423
	- 18	22	32	21	.0047
	- 18	22	18	25	.0439
	- 18	22	18	21	.0659
	- 18	32	32	12	.0635
	- 18	32	32	8	.0071
	- 18	32	18	12	.0121
	- 18	32	18	8	.0181
	- 18	22	32	12	.0181
	- 18	22	32	8	.0020
	- 18	22	18	12	.0188
	- 18	22	18	8	.0282

Cuadro 3 (continuación)

Combinación del Proyecto	Posibles $x_1$	Conjuntos $x_2$	Resultantes $x_3$	Resultantes $x_4$	Probabilidad
(A, B, 0)	- 18	32	16	25	.0053
	- 18	32	16	21	.0006
	- 18	32	2	25	.0010
	- 18	32	2	21	.0015
	- 18	22	16	25	.0015
	- 18	22	16	21	.0002
	- 18	22	2	25	.0016
	- 18	22	2	21	.0024
	- 18	32	16	12	.0476
	- 18	32	16	8	.0053
	- 18	32	2	12	.0091
	- 18	32	2	8	.0136
	- 18	22	16	12	.0136
	- 18	22	16	8	.0015
	- 18	22	2	12	.0141
	- 18	22	2	8	.0212
	- 18	12	32	25	.0318
	- 18	12	32	21	.0035
	- 18	12	18	25	.0061
	- 18	12	18	21	.0091
	- 18	2	32	25	.0091
	- 18	2	32	21	.0010
	- 18	2	18	25	.0094
	- 18	2	18	21	.0141
	- 18	12	32	12	.0136
	- 18	12	32	8	.0015
	- 18	12	18	12	.0026
	- 18	12	18	8	.0039
	- 18	2	32	12	.0039
	- 18	2	32	8	.0004
	- 18	2	18	12	.0041
	- 18	2	18	8	.0061
	- 18	12	16	25	.0068
	- 18	12	16	21	.0008
	- 18	12	2	25	.0013
	- 18	12	2	21	.0019
	- 18	2	16	25	.0019
	- 18	2	16	21	.0002
	- 18	2	2	25	.0020
	- 18	2	2	21	.0030
	- 18	12	16	12	.0612
	- 18	12	16	8	.0068
	- 18	12	2	12	.0117
	- 18	12	2	8	.0175
	- 18	2	16	12	.0175

Cuadro 3 (continuación)

Combinación del Proyecto	Posibles $x_1$	Conjuntos $x_2$	Resultantes $x_3$	Resultantes $x_4$	Probabilidad
	- 18	2	16	8	.0019
	- 18	2	2	12	.0181
	- 18	2	2	8	.0272
					1.0000

Cuadro 4

Probabilidades condicionales producidas para combinaciones resultantes con los proyectos del Cuadro 1

Probabilidad	Proyecto		
	A	B	C
$P(x_1)$	1.0	1.0	1.0
$P(x_2^o)$	.7	.6	.5
$P(x_{2^*})$	.3	.4	.5
$P(x_3^o   x_2^o)$	.8	.7	.2
$P(x_{3^*}   x_2^o)$	.2	.3	.8
$P(x_3^o   x_{2^*})$	.4	.3	.7
$P(x_{3^*}   x_{2^*})$	.6	.7	.3
$P(x_4^o   x_3^o)$	.7	.9	.1
$P(x_{4^*}   x_3^o)$	.3	.1	.9
$P(x_4^o   x_{3^*})$	.1	.4	.6
$P(x_{4^*}   x_{3^*})$	.9	.6	.4

**Cuadro 5**

**Corrientes de flujo neto de efectivo para dos proyectos mutuamente  
exclusivos de igual valor actual suponiendo un interés del 10 %**

<b>Año</b>	<b>Flujo Neto de Efectivo</b>	
	<b>Proyecto 1</b>	<b>Proyecto 2</b>
0	- 20,000	- 20,000
1	60,000	0
2	40,000	0
3	30,000	0
4	20,000	0
5	2,700	0
6	0	20,000
7	0	50,000
8	0	60,000
9	0	70,000
10	0	80,000
<b>Valor Actual</b>	<b>105,470</b>	<b>105,470</b>

## B. COMENTARIOS

**1. Maier Avruch** – El trabajo aquí presentado - *Objetivos Múltiples en la Evaluación ex-ante* - por el Dr. John Dillon hace justicia al nombre del autor.

El trabajo trata de un gran número de métodos existentes para la toma de decisiones en proyectos de múltiples objetivos y profundiza el estudio de la teoría de la utilidad de multiatributos, que el autor juzga ser lo de mayor aplicabilidad.

Nuestra intención es referirnos solamente a dos aspectos de carácter general con el objetivo de obtener informaciones adicionales. Así en primer término, del trabajo se concluye que hay una interacción entre el técnico y la persona que toma las decisiones. La función del técnico es elaborar alternativas y ordenarlas de manera que el tomador de decisiones, generalmente un político, pueda decidir con rapidez. En consecuencia de esto, pregunto si habría interés práctico en obtener una prueba del funcionamiento del método a través de un análisis de un proyecto que estuviese en operación y si los resultados obtenidos podrían servir de base para futuras decisiones.

En segundo lugar, al analizar las conclusiones del autor, se constata en un párrafo sobre el final del documento, que el mismo reconoce restricciones al conocimiento del método de evaluación de utilidad de multiatributos por parte de los burócratas, ya que entiende que los mismos no lo aceptarían en base al hecho de que el método aplica criterios subjetivos. En consecuencia, pregunto si no sería más fácil ponerlos en conocimiento del método y con esto facilitar su aplicabilidad.

**2. Hugo Cohan** – La presencia del Dr. Dillon en esta reunión es un honor para todos nosotros. Ser comentarista de su trabajo representa una distinción que debo agradecer a los organizadores.

Si a este profundo respeto personal y profesional por el Dr. Dillon, agrego el reconocimiento de que no pude leer detalladamente su exposición de un tema en el que no soy experto, llego rápidamente a un punto en el que debiera inhibirme de malgastar el tiempo de los asistentes a este Seminario. Pero no pude convencer a los organizadores de que la situación es efectivamente así. Y trataré, entonces, de sugerir algunos puntos en los que pudiéramos centrar la discusión.

Antes de sugerir puntos de discusión reconozcamos que el documento presentado por el Dr. Dillon es una muestra de las características que han distinguido a un gran grupo de economistas agrarios australianos en los últimos años: dominio de la literatura, claridad conceptual, profundidad analítica, un tema casi dominante (preocupación por reconocer el riesgo) y un objetivo primordial: producción de enfoques operativos, aplicables a cantidad de situaciones reales. El punto del temario que le fue asignado (evaluación con objetivos múltiples) quedó así tratado en el contexto de esa forma de producir literatura relevante, en la que prevalecen nombres como los de J. Hardaker, J. Anderson, y del propio expositor.

No creo que pudiéramos discutir este trabajo en detalle, en ausencia de un grupo de verdaderos expertos en los diversos temas debatibles que, cada uno de ellos, se sustentan en profundos desarrollos teóricos y algunas aplicaciones. Sí podemos intentar, en cambio, aprovechar la presencia del Dr. Dillon y la de los técnicos versados en proyectos que asisten a esta reunión para adelantar nuestra comprensión de estos puntos. Los temas de discusión que sugiero son:

- a. Propuesta del expositor, de descartar el enfoque de preferencia inferida.

Hay situaciones en las que suelen darse simultáneamente:

- una inversión relativamente grande, y
- la falta de un mecanismo institucional que debería proporcionar las ponderaciones relevantes para aplicar la propuesta del Dr. Dillon.

Para estos casos parece que el grupo encargado del proyecto podría tratar de inferir la "función de preferencia" en términos de decisiones pasadas. Reconozcamos que esto no sería una tarea fácil. Cualquier promedio estadístico de decisiones pasadas puede resultar irrelevante para la toma de decisiones en el presente, especialmente en nuestro tan cambiante entorno político. Sin embargo, se podría utilizar más de un enfoque a fin de mejorar la enunciación generalmente pobre de los objetivos del proyecto.

- b. Poco uso posible para Programación Lineal y sus modificaciones, también sugerido en el documento del Dr. Dillon.

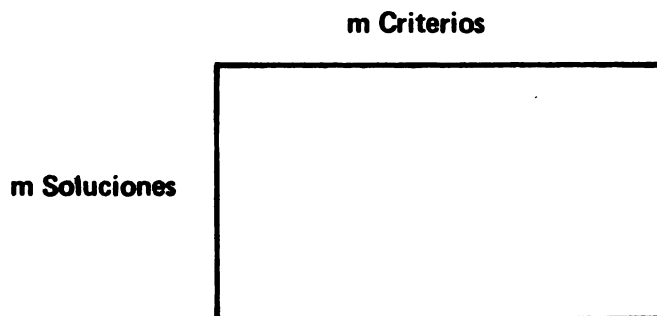
No estoy familiarizado con los dos métodos de Programación Lineal que se mencionan (Candler - Boehlje y Lee - Clayton). Sin embargo, no quisiera descartar el uso de esta técnica, aún cuando la incertidumbre sea importante. Al mismo Dr. Dillon le consta que hay formas promisorias de tratar incertidumbre sin salirse demasiado del marco de Programación Lineal standard.

Mucha construcción de modelos en nuestros países se basa en Programación Lineal (generalmente, aunque no exclusivamente, sin considerar el riesgo). Parece entonces interesante explorar los enfoques con "objetivos múltiples" que pueden ser agregados al modelo básico.

Benayoun, Tergny y Keuneman (Metra, vol. 9, no. 2 - 1970) proponen uno de esos métodos. Estos autores usarían un enfoque iterativo concebido para integrar las tareas del modelista y del agente de decisiones en lo que, aparentemente, se parece a lo comentado por el autor. El enfoque trata realmente de obtener preferencias durante el proceso consistente en:

establecer las, quizás vagamente definidas, m ponderaciones

generar un cuadro de resultados utilizando una opción paramétrica para la función criterio:



si después de examinar este cuadro no se obtienen resultados satisfactorios, retener la solución más atractiva y llamar a Programación Lineal con un grupo restringido de posibilidades a ser revisadas.

Nunca apliqué este enfoque a casos prácticos. Pero, será posible hacerlo?

- c. Bastará con ordenar conforme a puntajes que promedien un grado de acuerdo?

Con respecto al último punto técnico a ser discutido, podríamos considerar un aspecto provocativo comentado por Roy ("Decisions avec criteres multiples" Metra. vol. XI, no. 1, 1972). Este se refiere a la dificultad de decisión en los casos en que, en vez de acuerdos entre objetivos para ordenar alternativas, surja una "contradicción" algo dramática. Por ejemplo: podríamos tener una situación en la que se verificara:

### Performance relativa de la Alternativa II

#### Crterios

1	ampliamente mejor que alternativa I
2	levemente inferior a la alternativa I
.	" " "
.	" " "
.	" " "
m	

Alguna bibliografía francesa (Roy: "Classement et choix . . ." Revue Française d'Informatique et R. O., vol. II, no. 8, 1968, por ejemplo) considera que en estos casos se necesita un método que permita comparaciones en términos de:

- . un índice de acuerdos a través de atributos para el ranqueo de alternativas,
- . un índice de desacuerdos.

Esto debería permitir establecer cuánto desacuerdo es preferible a algún acuerdo, en términos del ordenamiento de alternativas.

Uno de estos métodos es ELECTRE, a pesar de que permite el ranqueo de alternativas en sólo dos conjuntos: la preferida y el resto. Puede establecerse un ordenamiento completo teniendo una definición más precisa de la función de preferencia (Boulanger et Roy: "L'entreprise face a la selection et a la orientation des projets de recherche . . ." Metra vol. 7, no. 4)

ELECTRE solamente requiere la asignación de puntaje en términos de atributos (además, si se desea, permite alguna ponderación de los atributos). Partiendo de esto, mediante un simple cálculo se podrá establecer una matriz de "acuerdo" (concordancia) y una de "desacuerdo" (discordancia).

Esto parece atractivo desde un punto de vista práctico. Será realmente útil?

#### d. Otros posibles temas de discusión.

Como aspectos generales vinculados al tema de evaluación de proyectos con objetivos múltiples, podríamos discutir algunos otros temas, sólo uno de los cuales ha sido tratado por el Dr. Dillon:

- . Tenemos algo que decir sobre si la función convencional de preferencia (privada o social) está obsoleta, como sostienen algunos proponentes de la familia de ordenamientos lexicográficos? La experiencia parece indicar que no es posible reducir todo a un índice común (sea éste beneficio o utilidad). Sin embargo, la mayoría de las técnicas actuales tratan de producir el mismo truco de encontrar tasas de substitución.
- . Acerca de nuestro objetivo inmediato: es éste el de encontrar una función existente que nos permita rankear alternativas o el de ayudar a definir esta función? Si, como el Prof. Dillon señala, ambas cosas van juntas, quizás una forma útil de resolver la interrogante sea mediante alguna definición preliminar a grandes rasgos de los grupos preferidos o no preferidos. Y quizás esto incluso pueda ser suficiente para asignar un presupuesto predeterminado. Un método como el ELECTRE, recién indicado por mí, podría bastar.
- . Como objetivo de organización institucional: en qué casos convendría hacer esta definición de dos conjuntos a nivel de proyecto, y en que otros sería más conveniente hacerlo a nivel de una unidad central de planeamiento?



**3. John Dillon** – Hay dos ejemplos de uso empírico de este análisis. Uno es para la elección de la localización del Aeropuerto de la ciudad de Méjico. Los atributos elegidos fueron: generación de ruido, costo de la tierra, tipos de tecnología utilizables y problemas vinculados a la defensa nacional. Este ejemplo fue analizado muy estrechamente entre los técnicos del proyecto y los funcionarios responsables de la creación y manejo del Aeropuerto.

El otro ejemplo, no publicado aún, se refiere a la elección de un camión de transporte, para las fuerzas armadas Australianas. El presupuesto total del proyecto era 60 mil U\$\$. Los atributos fueron: carga posible del camión, la disponibilidad de repuestos, las posibilidades de uso en tiempos de guerra y paz, la eficiencia de uso de combustible y la flexibilidad para el transporte de distintos tipos de carga. Este análisis fue hecho por un técnico conjuntamente con la comisión encargada de la decisión. Este análisis requirió 21 hs. de trabajo. Los resultados fueron utilizados como guía para la decisión final pero no se sabe si esta fue tomada de acuerdo con la recomendación. Sin embargo, en ambos casos la experiencia fue útil para la decisión ya que obligó a los responsables de tomar la decisión a plantear los problemas con mayor claridad. Además la interacción entre políticos, funcionarios y asesores es siempre buena.

Sin duda la disponibilidad de datos es un problema crucial y por lo tanto la aplicabilidad de este análisis siempre tendrá esta dificultad, al igual que todos los métodos aunque no siempre esto quede tan explícito en métodos mas sencillos de análisis. Por este y otros motivos estoy de acuerdo con el Dr. Cohan sobre la conveniencia de utilizar varios métodos simultáneamente y apoyándonos sobre el mas apropiado a cada caso.

Con respecto al comentario del Dr. Cohan en el sentido de que no hay métodos buenos para reducir varios atributos a uno solo, tal como se propone en este trabajo al usar la utilidad como atributo único y central quiero recordar que siempre y en todos los métodos de análisis hay algún grado de agregación.

Estoy de acuerdo en comenzar por agrupar los proyectos disponibles en dos grupos tentativos: deseables y no deseables. Esto implicaría seguir el criterio de mínima notificación por ejemplo incluyendo todos los proyectos que no tengan un efecto distributivo.

Otro comentario que deseo hacer es que el análisis de los proyectos debe ser realizado al nivel de decisión con respecto al ámbito donde los efectos del proyecto se manifestaran. Es decir, los proyectos con implicancias a nivel nacional por organismos nacionales, mientras que los proyectos referidos a áreas específicas por las autoridades de dicha área.

**4. Hernán Tejeda** – Como se congenia un objetivo de bienestar a nivel nacional con una utilidad subjetiva de las personas con quienes el analista interactúa a fin de definir la utilidad de los proyectos.

**5. John Dillon** – Es un problema difícil. La cuestión es que siempre se hacen juicios negativos. Lo interesante es tener conciencia de que se están haciendo.

El mecanismo usual de congeniar la cuestión es que el grupo (la comunidad) delega las decisiones en alguien que debe ser reemplazado si se equivoca.

**6. Hernán Tejeda** – Podría una consulta generalizada por encuesta o algo similar ayudar a llegar a nuevas decisiones?

7. John Dillon – Sí. Sobre todo en proyectos que afecten a comunidades chicas como podría ser el caso de los proyectos de investigaciones.

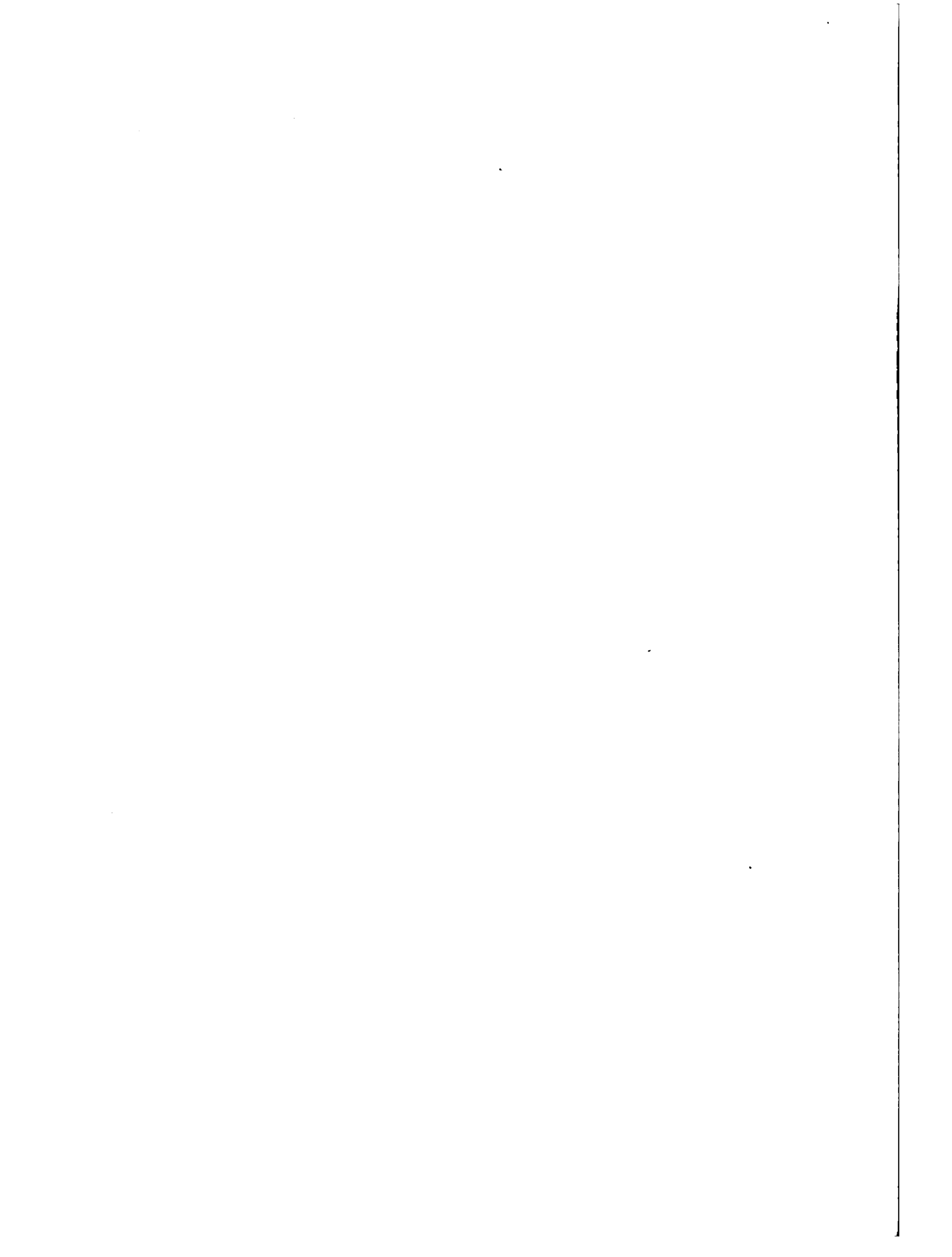
8. Guillermo Joandet – Puede esta metodología mecanizarse para uso de computadoras a los efectos de simplificar los aspectos operativos?

9. John Dillon – Lo probable es que los atributos importantes sean pocos y esta relación se puede hacer mejor trabajando con papel y lápiz.

10. Hugo Cohan – El peligro sería que la utilización de computadoras quitaría al método su mayor valor que es ayudar a pensar.

## **CAPITULO VII**

**EL TRATAMIENTO DEL RIESGO Y DE LA INCERTIDUMBRE  
EN LA EVALUACION DE PROYECTOS**



## VII. EL TRATAMIENTO DEL RIESGO Y DE LA INCERTIDUMBRE EN LA EVALUACION DE PROYECTOS

Viviane Laffitte\*  
Hugo E. Cohan\*\*  
Joaquín Secco\*\*\*

### A. CONFERENCIA

#### 1. PLANTEOS INICIALES

##### a. Certeza y Menos que Certeza

Desde un posible punto de vista toda decisión de hacer algo que toma un ser humano, por simple que ese algo sea, puede arrojar al implementarse un resultado distinto al esperado. Cuando la acción en cuestión es muy sencilla, por ejemplo: cuando sólo requiere la voluntad de quien decide y el concurso de objetos con probada confiabilidad, el individuo bien puede considerar que el resultado de su acción es calculable con certeza. O, aceptando el punto de vista acá planteado, puede optar por pensar que dicho resultado es "muy probable", "se calcula con poco riesgo de error", "tiene alto grado de certidumbre", o alguna noción equivalente. En casos sencillos, las opciones verbales indicadas pueden generar interesantes discusiones filosóficas. Pero dudosamente tengan una importante equivalencia sustantiva.

Los proyectos de desarrollo agropecuario que nos preocupan en este Seminario no representan casos simples de decisión. Llevan mucho tiempo entre inicio y plena maduración, requieren la participación coordinada de múltiples individuos y agencias que persiguen tal vez distintos objetivos, dependen del aleas climático, no suelen controlar los mercados de productos e insumos y, en el caso específico de proyectos de investigación, pueden hasta tener desde el inicio la naturaleza de aventura en lo desconocido. Estas circunstancias hacen que pase a ser sustantiva la duda sobre si los resultados esperados son efectivamente ciertos, como se deduciría de leer la mayoría de los proyectos que conocemos\*\*\*\*, o si, en cambio, "tienen alguna probabilidad de salir peor que lo esperado", "se corre un riesgo de perder lo gastado", o "se enfrenta algún grado de incertidumbre en cuanto al resultado".

La diferencia entre lo cierto y lo posible (tal vez expresado como "probable") se hace sustantiva porque si el resultado previsto es menos que cierto, el seguir la práctica usual de indicar "el" resultado previsto oscurece el hecho de que éste es sólo uno de entre varios posibles. Y esto contribuye a confundir el difícil proceso de toma de decisiones de asignación de recursos en el sector público.

Como veremos más adelante, existen dudas en la literatura sobre si el sector público debe reconocer el riesgo y, en su caso, cómo debe considerarlo. Peso a esto, la información sobre cómo se consideró la

---

\* Economista, Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias, MAP, Uruguay.

\*\* Contador, Ph. D., Especialista en Economía Agrícola, IICA, Uruguay.

\*\*\* Ing. Agr., M.S., Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias, MAP, Uruguay.

\*\*\*\* En varios de los cuales reconocemos haber participado. En este documento, el contexto de experiencias directas no excede al generado por algunos proyectos agropecuarios en los países de la zona Sur del IICA (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). La participación de los autores en varios de ellos se ofrece como garantía de que con la crítica que se hace a la práctica dominante no se intenta probar ningún grado de superioridad intelectual.

probabilidad de error en estimaciones y cómo influyó esto en la evaluación (tanto durante el diseño como en la evaluación final del proyecto)\* es útil para una toma coherente de decisiones.

### b. Como Definir al Riesgo

El riesgo a ser reconocido puede expresarse de diversas maneras. Puede, por ejemplo, expresarse como probabilidad de que un indicador sintético de los usuales caiga por debajo de su valor crítico (cero para valor presente neto, uno para la relación beneficio/costo o tasa de referencia para la tasa interna).

Puede, alternativamente, expresarse como la varianza de algún indicador crucial. O como la magnitud de pérdida posible que representaría el que el indicador sintético resultara por debajo de su nivel crítico. Estas son reglas que sugiere el Manual de la Overseas Development Administration (48), sin pretender agotar las posibilidades. El criterio de riesgo para el sector público, como tantos otros puntos sustanciales en preparación y evaluación de proyectos debe definirse en el contexto operativo-institucional en el que su utilización será efectuada. Mientras éste se mantenga indefinido, hay cierta libertad para el evaluador y, seguramente irán prevaleciendo también en esto las eventuales recomendaciones de los organismos internacionales de financiamiento.

### c. Riesgos, Probabilidades e Información Requerida

Se operativice de una u otra manera, el concepto de riesgo exige una cuidadosa atención al rango de valores que pueden tomar los parámetros de importancia y la asignación de probabilidades de ocurrencia a los distintos niveles identificados como posibles. Para dejar satisfecho a todo posible experto en áreas específicas que colabore en un proyecto, estas producciones de distribuciones de parámetros debieran ser objetivas, basadas en información abundante y coherente. No obstante, ello no siempre es posible en las condiciones usuales de elaboración. Ni, conforme a los enfoques modernos en teoría de la decisión (18) es necesario. Y, en ocasiones, es irrazonable\*: Aparte de que ya se dispone de resultados atractivos sobre la performance de métodos simples para generar distribuciones, en forma de frecuencias acumuladas, en base a información escasa (1) (2) (3) (54), cabe convencer a los especialistas de que un proyecto se elabora para tomar decisiones. Si quien tiene por qué conocer (al menos por experiencia) se niega por estar atado a enfoques más convencionales, al negarse deja de actuar como ayuda para el propósito primordial: decidir con relativa urgencia.

Con los enfoques modernos, bayesianos, pierde importancia la forma más o menos objetiva como se constituye la distribución inicial. Se enfatizan, en cambio, tanto el procesamiento de la información probabilística como las formas de ir ajustándolas a nueva información. Concedido que, sin embargo, muchas decisiones en proyectos carecen de la esencia repetitiva que, mediante la aplicación del teorema de Bayes, pudiera producir convergencia entre una distribución a priori muy irrazonable y una estimada muy objetivamente. Pero, precisamente en los casos en que las decisiones son siempre nuevas y siempre únicas, tampoco parece muy razonable basarse en datos de corte seccional ni, menos aún, en series históricas.

Esta diferencia entre existencia o no de datos objetivos tiene que ver, incidentalmente, con el título de este documento en discusión. Entre los economistas ha sido costumbre distinguir los casos de riesgo de los casos de incertidumbre. En los primeros (riesgo) existiría la posibilidad de conocer la distribución

\* Se considera evaluación como tarea continua. La práctica que induce a pensar en evaluación como algo reservado para el capítulo final del proyecto debe abandonarse hasta en su empleo pedagógico en cursos breves. La evaluación, y el cálculo de riesgos a ella asociado, deben influir durante la selección de alternativas de diseño. De hecho, en nuestros países hemos advertido que, aún informalmente, y con errores, el riesgo suele reconocerse en la evaluación de diseños más que en el capítulo final de evaluación.

\*\* Por ejemplo: cuando hacerlo exigiría recursos, incluyendo tiempo, que no serían compensados por los beneficios derivables de una probable mayor exactitud.

probabilística asociada. En los casos de incertidumbre, por el contrario, no podría asignarse probabilidad de ocurrencia a los resultados identificados como posibles. Nuestra experiencia indica que muchos expertos que colaboran en proyectos actúan conforme a esta distinción de casos, aunque no tengan conocimiento de su existencia. Toda vez que se intentó generar distribuciones estadísticas subjetivas de algunos parámetros\*, se encontraron dificultades muy serias cuando el experto, simultáneamente, reunía la condición de: preparación científica y poco contacto con decisiones. Sin ofrecer esto como prueba de validez del ya tan elaborado enfoque moderno (18) (51), es interesante destacar que los intentos tuvieron más éxito cuando colaboraron productores con algún nivel educacional (únicos con los que se probó) o funcionarios públicos con experiencia, directa o por asesoramiento, a nivel directivo.

La distinción entre riesgo e incertidumbre y la antinomia entre información más y menos objetiva, no se aceptan ya en la mayor parte de la literatura porque no parecen tener relevancia conceptual, en particular, cuando lo que discutimos es toma de decisiones. Nadie se opone al trabajo objetivo más perfecto, si hay información aplicable o posibilidades de generarla. Pero la falta de datos dudosamente pueda alzarse como objeción a producir el trabajo que requiere un más correcto tratamiento del problema que nos ocupa. Cualquier decisión cuyos resultados se estiman con algo menos que certeza puede llamarse indistintamente de varias maneras y debe tratarse con empleo de conceptos probabilísticos.

En el próximo capítulo, discutiremos algunas posibles formas de proceder a este empleo de conceptos probabilísticos.

Conviene terminar el presente capítulo introductorio con una precisión de posibles agentes de decisión en un proyecto de desarrollo agropecuario; de quien, en consecuencia, pierde si termina mal una decisión tomada en casos de no certeza y de quién debe preocuparse por ello.

#### **d. Riesgo del Gobierno, Riesgo del Beneficio**

A los efectos de la discusión en el presente apartado, reconoceremos dos agentes de decisión en un proyecto del tipo que motiva este Seminario. Un agente será el Gobierno, en representación del poder público y de las muchas agencias que usualmente deben coordinarse al efecto. El otro será el beneficiario, en representación de los usualmente muchos empresarios, y tipos de empresarios, que se prevé entrarán en un proyecto.

Tomaremos primero el caso del beneficiario. Este permite, en principio, un tratamiento más fácil. La mayor facilidad de enfoque surge porque un altísimo porcentaje de la literatura sobre riesgo lo toma como sujeto. La incorporación del concepto de que estimar sólo los resultados más probables no basta, de que se logra una mejor aproximación a la realidad incorporando combinaciones del tipo ingreso-varianza para las alternativas consideradas y de que la decisión de un individuo depende de esa información y de su actitud ante el riesgo (lo busca?, lo elude?), ha retenido al empresario de microeconomía como agente esencial\*\*.

Para este individuo se dispone de abundante información teórica (14) (28) (57), se han desarrollado modelos con mayor y menor grado de operatividad (5) (6) (7) (11) (12) (17) (21) (24) (30) (31) (49) (50) (53) (55) (56) (58) (59) (63) (64), y hasta se conocen casos concretos de análisis de su grado de aversión al riesgo o disposición a tomarlo (32) (46) (47) (62).

En el capítulo II discutiremos la posible importancia para el tema proyectos de estos aportes. Por ahora nos basta con basarnos en la intuición, el empiricismo casual y la literatura para afirmar que este

---

\* Por ejemplo: incidencia de Brucelosis (35), ritmo posible de incorporación de colonos y rendimientos probables en nuevos asentamientos (27).

\*\* Hay desarrollos del tipo "decisión de comités", ver (51), pero no son abundantes. En el sector agropecuario es concebible, además, que estos enfoques tendrían más interés para el caso de nuestro otro agente: el gobierno.

agente corre riesgos, de alguna manera reacciona ante ellos y que eso debe ser reconocido al preparar un proyecto\*. Reconozcamos que la existencia de sorpresas indeseables evitables mediante seguros, incidirá en evaluación privada sólo por el costo de la prima. Pero esto sugiere, simplemente, pensar en diseños que reduzcan riesgos y ello requiere la estimación previa de los probables montos involucrados. De una u otra manera, parece ineludible analizar el riesgo a nivel de productor.

Con respecto al gobierno, en cambio, el razonamiento no es tan obvio. Para dudar, basta con pensar en elementos señalados en la literatura especializada, tales como:

- 1) Abundancia y diversidad de la cartera de inversiones (distintos sectores, distintos tipos de proyectos en cada sector), lo que debe tender a compensar riesgos.
- 2) Relativamente reducida magnitud (usualmente) de un proyecto cualquiera en relación al Ingreso Nacional, al presupuesto fiscal regular o al de divisas, lo que impide que corra el riesgo de ruina que puede correr un individuo aislado ante un dado proyecto.
- 3) La difícil concepción de si el gobierno puede tomar una actitud no neutral ante el riesgo (debe jugar con los destinos colectivos? , puede negarse a asumir ciertos riesgos? ).

En base a conceptos de esta índole, Little y Mirrlees (23) (45) y UNIDO (61) recomiendan\*\* que el punto de vista público se satisfaga con sólo considerar la media de los valores anuales a actualizarse para evaluación.

En principio, entonces, se podría concluir que el agente gobierno no requiere un tratamiento tan elaborado para atender nuestro problema. Esto, sin embargo, no lleva necesariamente a una conclusión que simplifique la tarea del evaluador. Y no lleva a ello por las cuatro siguientes razones:

- Un cálculo de valores medios anuales del indicador supone conocimiento de las diversas distribuciones involucradas en generar los datos básicos. Esto es bastante suponer, sobre todo si pensamos en posibles correlaciones (negativas o positivas) entre distintas variables de importancia.
- En muchos proyectos el grueso de beneficios y costos se genera a nivel predial. Pero si a nivel predial es donde sí tenemos que pensar en cálculos más elaborados, poco o nada se gana con no hacer algún procesamiento adicional.
- Aunque momentos de la distribución de orden superior a la media aritmética realmente tengan poca importancia al dar prioridad en función de un indicador sintético, ello no excluye la posible utilidad de conocer alguno para efectuar previsiones financieras\*\*\*. Este punto merece alguna discusión porque las presiones financieras extremas:
  - a. No sólo pueden preocupar en caso de fracaso, sino también de éxito (una cosecha superior a la media esperada puede traer sus problemas).
  - b. Algunas de ellas, por su ubicación precisa en el tiempo, no gozarán del beneficio de posible compensación que atribuímos al resultado económico.

\* Esta afirmación no excluye la posibilidad, bastante común, de que un resultado desastroso de un proyecto termine con generosas moratorias crediticias e impositivas a favor de los beneficiarios. Esto (equivalente a contratar un seguro sin cargo y a posteriori de la catástrofe), indicaría que los extremos inferiores de las distribuciones relevantes no son de interés para evaluación privada y sí, en cambio, debe preverse su impacto financiero y económico a nivel social.

\*\* Con correcciones menores y no muy calurosamente presentadas para "casos especiales". Se destaca, sí, el caso especial de la posible importancia regional del riesgo que se plantea en el manual de UNIDO (61).

\*\*\* Es decir: aunque no preocupe el riesgo de ruptura prematura de las camionetas del servicio de extensión, tal vez sí deban interesar las eventuales presiones financieras. Esto, nuevamente, depende de una organización institucional que quiera y pueda emplear la información.



- No es definitivo que decisiones de afectar recursos escasos y expectativas de lograr metas específicas no pueden analizarse más elaboradamente también en el Sector Público. Tal vez el riesgo económico global se compense en la diversidad de la cartera. Pero no se deduce que, igualmente, se compense el logro incompleto de una meta específica. Acá, al igual que con el caso de financiamiento, surge naturalmente la posibilidad de contratar un seguro. Pero, aparte de que esto no siempre será factible, ello presupone algún cálculo del tipo que era a priori innecesario.

Por el razonamiento expuesto se piensa que el gobierno debiera comparar proyectos reconociendo el riesgo. Tal vez para esto pudieran compararse las distribuciones que se generan, en distintos proyectos, para una variable de interés otra que los indicadores usuales (divisas?, empleo?). Para la comparación podría usarse la técnica de dominación estocástica (4), que permite una no muy difícil jerarquización de distribuciones en función de las distintas frecuencias acumuladas. Si esta impresión no se presenta de manera más definitiva, ello se debe tan sólo a que no se pretende una racionalización tan elaborada en el corto plazo de los procedimientos públicos para la concesión de prioridades. Con el tiempo esto podrá ir aclarándose mejor.

Pese a las dudas predominantes en la literatura de proyectos en cuanto a si esto es directamente necesario para el gobierno, el contenido de los cuatro puntos recién discutidos permite afirmar la importancia de que alguna forma de cálculo probabilístico es definitivamente necesaria en proyectos de desarrollo agropecuario, aunque en ellos el agente de decisión que asesoramos sea justamente el poder público.

La práctica usual no ignora la existencia del riesgo. Simplemente tiende a tratarla de manera muy oscura. Este punto se expondrá en el próximo capítulo.

## 2. RIESGOS USUALES Y SU TRATAMIENTO

### a. Riesgos Usuales. Ejemplos

#### 1) Fuentes generales de riesgo

Las dificultades más serias relacionadas con la preparación de proyectos se deben en nuestros países, a la escasa generación de ideas de proyectos atractivos ya, de manera muy relacionada, la falta de un marco operativo bien definido para elaborar y jerarquizar proyectos. La insuficiencia de personal entrenado se está atendiendo desde hace un tiempo por diversos organismos nacionales e internacionales. La mala información, por su parte puede traer demoras, incrementar costos, aumentar algún riesgo pero no nos parece tan limitante. Por otra parte los problemas que hoy pueden traer estos dos elementos se deberían resolver con un mejor ordenamiento institucional.

En este contexto\* no puede entrañar que el riesgo no goce de un manejo muy satisfactorio.

Dos tipos de riesgo son seguramente los peor tratados: los vinculados a comercialización y a implementación del proyecto\*\*. Estos temas, difíciles sin duda, requieren ineludiblemente una seria consideración de sus probabilidades de fracaso. Hacerlo, y esa es la primera recomendación de este documento, permitiría al menos una mayor atención a los correspondientes diseños.

---

\* Del que aparentemente el Brasil estaría más cerca de salirse que los otros países.

\*\* En cuanto a implementación, hemos participado en un proyecto en el que se preparó un programa de cómputo especialmente para probar la sensibilidad de los indicadores agregados a cambios en el ritmo de incorporación de los distintos tipos de beneficiarios. Esto, en combinación con la asignación de probabilidades a los distintos ritmos, si bien no fue plenamente aprovechado, obligó a pensar seriamente en diseños de implementación (27). No conocemos otra experiencia que atienda al riesgo derivable de las previsiones de ejecución.

Se acentúa con esta afirmación la característica estratégica que puede asumir el considerar el riesgo. Aún con independencia del rigor lógico con que se lo considere, el reconocerlo y prever su magnitud ya puede orientar en cuanto a necesidades de rediseño.

Aparte de estos dos temas generales, la incertidumbre en relación a los cuales cubre todas las variedades de proyectos agropecuarios, parece conveniente precisar algunos casos más específicos.

## 2) Ejemplos de riesgos en proyectos específicos

A efectos de precisar la importancia del tema en casos prácticos, se comentarán brevemente dos proyectos agropecuarios realizados en Argentina (27) (35).

En ambos trabajos las variables inciertas elegidas como ejemplos son las relaciones de precios producto - insumo y producto - producto.

Pese a que las variables elegidas como ilustración son las mismas, el efecto sobre el resultado global de los proyectos se ajusta a las distintas características de ellos.

En uno, el de ganadería, una alteración sustancial de las relaciones previstas (muy probable, en función de los ciclos ganaderos reconocidos a la época de elaboración) podría cambiar seriamente los resultados sociales y privados esperados. Pese a que las condiciones de suelo-clima restringen que se haga un porcentaje de agricultura mucho mayor que el programado, ellas no impiden alterar el ritmo previsto de retención. Esto traería un imprevisto cambio en la composición del stock y un muy diferente ritmo de crecimiento económico-financiero. Como aproximación a la solución de este problema se enfatizó en el estudio la necesidad de que el Gobierno cumpliera con una política de estabilización del ciclo. Esto no resolvió el problema, por cierto, pero especificó un marco de validez bien preciso a los resultados. De manera complementaria, se asignó una probabilidad de ocurrencia a los distintos fenómenos representados en las parametrizaciones. Los resultados se presentaron de la forma "la tasa interna de retorno financiera de la empresa tipo AB- 4 tiene un 25% de probabilidad de caer por debajo del 24%" (35, Anexo). Esto puede o no ser una buena estimación, por cuanto las probabilidades se asignaron directamente a 16 combinaciones de entradas y salidas financieras. Pero con ello se apuntó un principio ilustrativo sobre una meta deseable.

En el segundo caso de ejemplo, proyecto de colonización, el uso relativamente relevante de probabilidades se efectuó sólo en la consideración ad-hoc de ritmos de incorporación tal como se indicó en una nota precedente. Pero de haberse prestado atención al riesgo de precios relativos (globales agrícolas para productos de la zona sobre insumos, en este caso) se hubiera podido advertir un grave potencial de sorpresa: toda caída de ingreso neto por hectárea obligaría, durante la lenta implementación a asignar más superficie que la prevista por unidad familiar\*. Esto como efecto agregado, implicaría el no logro de las metas de asentamiento y la perduración de parvifundios cuya existencia motivó el proyecto para eliminarlos.

Aparte de estos dos casos concretos, que en función de la aleatoriedad de una misma variable corren peligros muy distintos, es oportuno presentar alguna información sobre variabilidad de la agricultura uruguaya. Con ella se cierra el apartado destinado a ilustrar tipos y casos concretos de variaciones no siempre previstas y su consiguiente efecto sobre los resultados estimados puntualmente.

## 3) Ejemplos de variabilidad en datos en Uruguay

A efectos de reforzar estas ilustraciones se efectuó un cálculo preliminar para algunos cultivos en el Depto. de Soriano. Los supuestos y metodología se incluyen en el apéndice.

---

\* Excluyendo al ingreso neto de la unidad como variable de ajuste.

## Cuadro 1

Variabilidad de rendimientos, precios, ingreso bruto, costos y márgenes  
brutos para cultivos seleccionados – Departamento de Soriano  
(Estimación a nivel de productor)

	Rend. (kgs/há.)	Precio Pesos 1961/ton.	Ingreso bruto Pesos 1961/há.	Costos Pesos 1961/há.	Márgenes brutos Pesos 1961/há.
<b>Trigo</b>					
$\bar{x}$	1.050,1	485,7	553,8	349,9	203,9
$\bar{s}$	295,7	209,4	273,4	104,8	303,4
$s^2$	87.451,0	43.843,0	74.730,0	10.998,0	92.053,0
c. v. (%)	28,2	43,1	49,4	30,0	148,8
<b>Lino</b>					
$\bar{x}$	685,2	804,0	563,9	362,8	201,1
$s$	207,3	297,5	281,8	74,7	229,6
$s^2$	42.990,0	88.538,0	79.391,0	5.583,0	52.719,0
c. v. (%)	30,3	37,0	50,0	20,6	114,2
<b>Girasol</b>					
$\bar{x}$	646,0	713,3	411,2	355,1	56,1
$s$	387,5	218,0	226,2	53,0	252,9
$s^2$	150.155,0	47.509,0	51.185,0	2.806,0	63.922,0
c. v. (%)	60,0	30,6	55,0	14,9	450,8
<b>Sorgo</b>					
$\bar{x}$	1.349,0	347,0	447,7	428,3	19,0
$s$	388,5	120,9	134,8	110,7	140,2
$s^2$	151.819,0	14.595,0	18.183,0	12.248,0	19.647,0
c. v. (%)	29,0	34,9	30,0	25,9	738,0

FUENTE: Elaboración propia. Ver apéndice.

NOTA:  $\bar{x}$  = valor medio, usualmente empleado en proyectos.  
 $s^2$  = varianza  
 $s$  = error standard  
 $c$  = coeficiente de variación.

## 2) Producto de Modas

En reemplazo del enfoque conservador, o en combinación con él, los expertos en área específicas suelen generar los valores más probables para cada dato. Esto es lo común cuando se trabaja sin mucha coordinación, y puede arrojar errores lógicos.

Reutlinger (52) ejemplifica cómo la agregación de modas no resultará necesariamente en una correcta estimación de la moda de agregado, cuando éste se obtiene por suma ponderada de varias variables.

Adviértase en el Cuadro 1, que de ser correcta esta estimación preliminar (efectuada para tener relevancia a nivel de productor individual\* ningún coeficiente de variación es inferior al 28% en rindes. Cuando a esta ya importante variabilidad se la compone con la generada por alteraciones en las relaciones de precios producto - insumos, surgen con bastante dramatismo dos caras de una misma moneda:

- los resultados de un proyecto agrícola que se calculen en función de valores medios, pueden tener muy poca relación con los que en definitiva se logren si el beneficiario se ajusta al plan de producción previsto, y
- en la medida (muy probable) en que el beneficiario reaccione ante este hecho, el plan de producción previsto en el proyecto no será el que se implemente. Es decir que no se trata solamente de la mayor o menos precisión con que se estimó por ejemplo, la tasa interna de retorno a los fondos afectados. La esencia misma del proyecto puede no lograrse.

#### **b. Las Formas Usuales de Tratamiento**

Ningún proyectista medianamente alerta desconoce la existencia del problema. La experiencia indica, sin embargo que conocerlo no es suficiente para manejarlo razonablemente.

En este segundo apartado del capítulo II analizaremos críticamente cuatro técnicas usuales que atienden al hecho de que los valores empleados no son los únicos posibles.

##### **1) La estimación conservadora**

Esta es la práctica más común. Consiste en reducir en algo el valor que a priori se considera loggable. Por ejemplo: los beneficiarios obtendrán el 60% de los rendimientos físicos logrados en la estación experimental. O: el precio a obtenerse por el producto x se estimó al nivel mínimo del último quinquenio.

No es normal que, en estos casos, se indique el porqué del factor de reducción utilizado. El grado de pesimismo queda así sujeto a arbitrios circunstanciales. Cuando como usualmente sucede, esto se emplea luego de manera multiplicativa (por ejemplo: bajo rendimiento por bajo precio de venta) resulta una estimación que en lo común tendría una muy baja probabilidad de ocurrencia. El proyectista se pone así "del lado seguro", obviamente. Pero lo hace de manera exagerada y en forma tal que se dificulta la comparación entre proyectos. Es corriente, además, que esta práctica se reserve para el cálculo final de indicadores sintéticos. No es claro si esto afectó al diseño y si contempló la posible reacción de los beneficiarios\*.

---

\* Se supuso que la varianza individual es tres veces mayor que la resultante de las cifras compensadas a nivel departamental. Ver apéndice.

\*\* En el uso de todas estas prácticas no se especifica si y; en su caso, cómo y por qué, considerar el riesgo fue útil para el diseño. La modelística usual dificulta además prever reacciones en los beneficiarios.

En el ejemplo del caso, el analista de mercado predice:

Precio de venta (\$/unidad)	Probabilidad
5	.4
10	.6

Por su parte, el experto en producción estima:

Producción (unidades)	Probabilidad
50	.4
100	.6

Si éstos cálculos se resumen en los respectivos datos modales, el evaluador operará con  $100 \times 10 = \$1.000$  como valor de ventas. Pero, de analizarse en combinación los datos originales, se concluiría que (en ausencia de correlaciones):

Valor de ventas	Probabilidad
250	.16
500	.48
1.000	.36

Problemas similares pueden surgir al combinar valores extremos (por lo común: pesimistas) y se complican cuando las series tienen algún grado de correlación.

Los problemas de este enfoque pueden resolverse integrando mejor las tareas de los especialistas y procediendo a manejo correcto de principios elementales en probabilidades. Hecho esto, sin embargo, no es necesariamente correcto retener sólo estimaciones puntuales (la moda de \$500 de ventas, del ejemplo). La información reunida puede procesarse reteniendo toda la distribución, como veremos al discutir enfoques de la literatura.

### 3) Parametrización

Para preparar los indicadores sintéticos de conveniencia relativa del proyecto se procede a alterar las series de beneficios y costos que permitirán el cálculo. A veces esta parametrización es algo más elaborada: no se alteran en tanto o cuanto por ciento el total de beneficios o costos, sino algunos componentes especialmente inciertos de ellos.

Así, puede por ejemplo, elevarse en un x% el precio de los insumos que suman un alto porcentaje del costo y se teme puedan sufrir aumentos de precios durante el proyecto.

La crítica esencial a este procedimiento es que, particularmente cuando se efectúa con programas de cómputo, tiende a reemplazar al necesario análisis cuidadoso de los supuestos y del diseño del proyecto. No se objeta el uso de programas que simplifiquen la mecánica de cálculo (10), pero se enfatizan los problemas de su uso incorrecto. Por ejemplo: ¿cómo se obtienen los porcentajes de parametrización? ; ¿deben aplicarse a lo largo de todos los años del proyecto? ; ¿se usa el producto efectivamente para mejorar la propuesta inicial? ; ¿se genera una información digerible para quien decide, o en cambio, se acumulan posibilidades?

#### 4) Redacción de comentarios sobre lo incierto

Como última mecánica usual\* se mencionará la práctica de insertar en el texto del proyecto algunos comentarios que indiquen qué impacto pueden traer efectos inciertos.

Esta mecánica (16) tiende a recoger la diferencia convencional entre riesgo e incertidumbre que ya se ha discutido. Con un sentido práctico, debe aceptarse que algunos componentes de variabilidad posible podrán quedar no convertidos en probabilidades y no insertados en el proceso formal de elaboración y evaluación. Estos comentarios son, entonces, admisibles como información complementaria para los centros de decisión.

No obstante, es difícil saber qué hacer con ellos al comparar proyectos y pueden causar dudas sobre si realmente se pensó en la mejor forma de prevenir las fuentes de sorpresa comentadas.

Esta práctica, que no se descarta como útil, tal vez debiera funcionar en sentido esencialmente inverso al usual. En una correcta organización institucional, los proyectistas debieran actuar en base a estudios sectoriales y regionales y de las correspondientes directivas. Las incertidumbres admisibles, entonces, podrían tratarse elaboradamente como riesgos, a nivel de unidad de planeamiento. El proyectista sabría, por ejemplo, que el principal mercado exterior puede cerrarse. Y comentaría qué puede pasar, en consecuencia, con el proyecto. El manejo probabilístico podría quedar a un nivel superior con eventual retroalimentación. Esto lleva naturalmente a pensar que cálculos probabilísticos realmente debieran hacerse a nivel de proyectos y cuáles podrían ser trabajos de una unidad central\*\* en un esquema institucional bien organizado. La única respuesta posible a esto parece ser la de que, por ahora, mucho quedará en manos de las unidades de menor nivel. Por ello se admite la solución parcial y temporaria que equivale a distinguir entre tratamiento formal de riesgo y comentario sobre incertidumbre en su sentido tradicional.

#### c. Enfoques de la Literatura Especializada

La literatura especializada sobre proyectos, en particular: la disponible en los manuales con que se entrena personal en nuestros países, tampoco es muy generosa en considerar este problema.

Hay, no obstante, abundancia de posibilidades en otras fuentes más o menos relacionadas con proyectos.

Comenzando con referencias especializadas de origen europeo, se irán precisando opciones que se consideran de aplicabilidad a distintos plazos.

##### 1) Algún cálculo probabilístico

En este sentido se destaca el enfoque de Little Mirrless (33) (45) y de la O.D.A. (48). En especial al manual de la O.D.A. sugiere operaciones más ambiciosas que ya se comentarán en base a otra fuente, pero retiene concretamente reglas para que los proyectistas consulten tablas de la distribución normal, previa generación de simples resultados probabilísticos.

No parece razonable esperar preocupaciones de expertos que, masivamente, piensen en distribuciones tras que la normal\*\*\*. Sin perjuicio de que el recurso a distribuciones otra que la normal se haga, cuando parezca necesario, es concebible una regla de rápida adopción: que los valores calculados se presenten

\* Se excluye de comentario explícito en el texto a otra forma alternativa: incrementar por riesgo al factor de actualización o, equivalente, elevar la tasa de referencia para tasa interna. Esto, que representa castigar al futuro, es más posible que sea un error a cometerse en centros de comparación de proyectos. Si el proyectista aislado actualiza sus series con tasas alternativas, ello es más por ignorancia sobre "la" tasa que como forma de considerar riesgos.

\*\* En forma equivalente a una organización ideal para cálculo de precios sombra.

\*\*\* Ni se conocen experiencias en proyectos basadas en estadísticas no paramétricas.

como estimación de probabilidades y que, de allí, se determinen los valores que entrarán en la parametrización. Esto combinado con un juicioso análisis de posibles interacciones y mediante el uso creciente de computadoras, daría una base más objetiva a los valores con los que se parametriza.

Mejorar la objetividad de las parametrizaciones y producir para y mediante ello información que obligue a pensar en el diseño es un propósito deseable. Esto es de aplicabilidad inmediata en cursos y proyectos de la zona. Está lejos, sin embargo, de agotar las metas posibles.

## 2) Un cálculo probabilístico generalizado

En reemplazo de estudios de distribuciones aisladas, como base para continuar el uso de la técnica de parametrización, puede pensarse en muestrear a partir de esas distribuciones. Una muestra sobre cada variable involucrada tomada al azar, permite generar un valor probable del indicador de interés (tasa interna o el que sea). Repetidas muestras generarían una distribución de dicho indicador y reconocerían plenamente que él no es "el resultado" sino una serie de resultados posibles con probabilidades bien definidas.

Los pasos lógicos básicos para lograr esto (22) son:

- estimar los rangos posibles de valores de cada factor involucrado y la probabilidad de ocurrencia de cada tramo identificado.
- elegir para cada factor, al azar, uno de los valores de su distribución. Combinar los valores resultantes y obtener un nivel para el indicador sintético.
- repetir el proceso hasta generar una frecuencia de confiabilidad estadística sobre el indicador de interés.

Esta es la mecánica más ambiciosa que sugiere el manual de la O.D.A. (48), se recomienda en estudios teóricos sobre proyectos (42) (52) y se ha aplicado con modelos de cierta complejidad (26).

En comparación al principio de aplicación de probabilidades que representa el usarlas para mejor definir qué parametrizar, este enfoque emplea por completo cada distribución generada o recomendada por los especialistas.

No deja una serie de resultados posibles, difícil de sintetizar ya que, precisamente, sintetiza la información original. Ya no se trata de combinar, por ejemplo, tramos que aseguren no caer por debajo del  $x$  por ciento de probabilidad de lograr cada valor. Se logra, en cambio, un más pleno y razonable aprovechamiento estadístico de todo el conocimiento sobre distintas fases del proyecto\*.

Con todo lo que tiene de recomendable, esta forma de abordar el problema todavía dista de lograr lo ideal. Genera, sí, una distribución del indicador. Pero eso es más atractivo a nivel privado que a nivel social.

Tal vez, como se indicó en el Capítulo I, el agente de decisión que más nos interesa no sepa cómo (y para muchos autores ni debe) preocuparse por otra cosa que los valores medios logrables.

Quedaría en pie la opción de limitar a nivel predial el uso de la información obtenida, como forma de juzgar si a los productores realmente les atraerá el proyecto. Esto parecería útil durante el diseño, generando distribuciones para que el productor compare\*\*. No es tan útil en cambio, para que él compare el proyecto con alternativas de las que dudosamente conocerá su distribución.

---

\* A costa de un inevitable precesamiento por computadoras, que en el enfoque precedente es concebiblemente evitable.

\*\* Aunque sea atribuyéndole a éste lo que el método de dominación estocástica requiere sobre su función de utilidad (4).

Sin perjuicio de aceptarla, por lo menos, como aporte a una mejor consideración sobre cómo debe decidir el gobierno, esta forma de proceder sigue careciendo de algo vital. Ese algo hace a la técnica modalística en proyectos y debe permitir registrar, probabilísticamente, cómo reaccionarán los productores.

Como se indicó al finalizar II.A, las reacciones de los beneficiarios ante el riesgo y sus posibilidades tanto de ajuste a él como de reacción ante la ocurrencia de un evento negativo, son los elementos que idealmente deberíamos reconocer en proyectos.

Esto equivale a plantear modelos ambiciosos en cuanto a su estructura y en cuanto al efectivo conocimiento sobre actitudes típicas esperables. No hay duda de que con este planteo se provoca una necesidad intelectual y se sugiere una posibilidad (con alguna probabilidad relevante?) a largo plazo, más que una recomendación concreta.

Para enfrentar este desafío hay una abundante literatura de referencia, ya citada. Cabe observar que:

- estos modelos de reacción se pueden integrar al enfoque de muestreo ya comentado\* .
- muchos de los modelos disponibles generan un menú de posibilidades (ingreso-varianza, por ejemplo) para que el productor considere. En términos de proyectos, esto requeriría generar alternativas para cada período y añadir la función de utilidad\*\* que permitiera predecir una acción de entre las posibles. Esto para cada período (no necesariamente anual) de decisión. Nada de esto es fácil ni práctico.
- algunas versiones se han pensado más directamente para períodos múltiples que para decisiones uniperiódicas (17) (50) (63). Con todo, aún parecen tener mayor relevancia para asesorar a un productor aislado que para integrar un modelo de análisis de proyecto.

No obstante, parecería recomendable ir pasando de modelos sin reacción a esquemas analíticos más atractivos. Si el precio de  $x$  cae debajo de lo previsto, no es obvio que simplemente la tasa de retorno pasará a otro valor (9). Más que las probabilidades directas involucradas, tal vez convenga saber si el beneficiario está tan atrapado (ecológica o institucionalmente), como para no alterar sustancialmente los rubros previstos, y por ende, las metas que el Gobierno previó.

Como aporte a este posible desarrollo en el próximo capítulo se presentará un ejemplo de aplicación de un modelo de decisión para un productor típico en Uruguay.

El modelo de análisis a presentarse es el de Hazell (20) (21). Tomando desvíos absolutos en reemplazo de varianzas (24), permite emplear los algoritmos usuales de programación lineal.

El modelo parece más adaptable para decisiones y asesoramiento de corto plazo que para su inserción en un esquema complejo de proyectos. Pese a ello representa un primer paso en la dirección de largo plazo prevista, incluyendo la estrategia de mejor vincular con las tareas de proyectos a los resultados de programas regulares de investigación y planificación.

\* Husain (25) ha elaborado un modelo que combina un esquema de decisión (mediante Programación Lineal Recursiva) con la técnica de muestreo ya comentada. El modelo de decisión interno, sin embargo, es determinístico.

\*\* Un modelo de comportamiento muy ambicioso requeriría incluso saber cómo define el empresario las probabilidades relevantes. Tanto en esto como en la función de utilidad deberá seguirse la práctica de "como si", validando por ajuste de resultados, mientras se genera la información adicional necesaria.



### 3. UN MODELO DE REACCION AL RIESGO EN URUGUAY

#### a. Antecedentes

La Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias a través de la Sub-Dirección de Estudios Económicos inició en el año 1973, investigaciones en el campo de la agroeconomía tendientes a explicitar modelos representativos de las principales regiones productivas del país, los cuales posibilitarían, a su vez, la elaboración de un modelo general del sector.

El plan de investigación tiene como objetivo final el incrementar la capacidad analítica de los equipos encargados de formular la política económica relacionada al sector agropecuario, a la vez que apoyar, en base a la información obtenida, la acción de los técnicos del sector en su vinculación con los productores.

En función de las necesidades de información que requiere la formulación e implementación de la política económica agropecuaria destinada a incentivar el desarrollo de la producción, se tiende a crear una infra-estructura de investigación biológica y económica que permita conocer la potencialidad productiva del sector, la factibilidad económica de la adopción de niveles técnicos más intensivos en el uso de los recursos y la respuesta de los productores ante estas nuevas técnicas y los estímulos económicos.

Esto requiere el conocimiento de:

- La viabilidad técnica de los sistemas productivos más avanzados en relación a los que actualmente adoptan la mayor parte de los productores agropecuarios.
- La viabilidad económica de estos sistemas productivos.
- El comportamiento real de las unidades de producción.

La investigación ha sido orientada hacia la evaluación de la viabilidad económica de sistemas de producción técnicamente más avanzados en relación a los tradicionales. Esto supone el reconocimiento de la viabilidad técnica de dichos sistemas de producción, corroborada en base a la experiencia de productores o a la experimentación científica.

En función de los objetivos expuestos, el plan de investigación diseñado comprende:

- Elaboración de modelos representativos de las principales zonas productivas del país y niveles técnicos, a nivel micro-económico - unidad tipo - analizados por medio del método de programación lineal estática.
- Elaboración de un modelo a nivel del sector agropecuario y su análisis mediante programación estática.
- Evaluación de las posibilidades de transición.

A partir de la zonificación del territorio agrícola de acuerdo a su capacidad de uso y manejo de suelos, son formulados modelos de empresas tipo, correspondientes a diferentes sistemas de producción desarrollados.

El modelo representativo del sistema de producción denominado "tradicional" tiende a reproducir las condiciones de producción de la mayor parte de los productores. El modelo "mejorado", caracteriza a establecimientos que han introducido nuevas técnicas. Estas significan, en lo sustancial, un uso del suelo más intensivo, mejorando la producción por hectárea. Los niveles "mejorados" considerados dependerán de las características de la zona y la información disponible para su análisis.

Para ambos modelos se especifican las actividades posibles y la disponibilidad de recursos. Se efectúan análisis por Programación Lineal, observándose cuáles son los efectos de las nuevas técnicas en el plano productivo y económico, cuantificando los requerimientos de recursos para su implementación.

De igual forma, son evaluados los efectos de políticas específicas, en particular precios, créditos, impuestos, comercialización.

Los modelos elaborados hasta el presente representan predios tipos y niveles técnicos de las zonas ganaderas de Basalto (36), Cristalino (37), Areniscas de Tacuarembó (38), Garzón (39) y Agrícola Ganadera del Litoral Oeste (40) (zonas 1, 4, 5, 7, 9 y 11 de uso y manejo de CIDE) (41), procesándose en el momento el estudio de la Cuenca Lechera abastecedora del departamento de Montevideo y la zona agrícola-ganadera de la Cuenca Oeste de la Laguna Merín (zona 3 de uso y manejo de suelos de CIDE). (Mapa 1)

El método de investigación utilizado hasta el momento es de carácter estático y no considera el riesgo.

Estos aspectos, fueron sin embargo, parcial e indirectamente contrarrestados por medio de:

- Análisis post-óptimo y de sensibilidad.
- Parametrizaciones de coeficientes de la función objetivo, de la matriz y niveles de restricción, definidas en función de información histórica y proyecciones.
- Inclusión de restricciones específicas a los niveles a ser alcanzado por determinadas actividades, estimados en función de información histórica.

La metodología utilizada hasta el momento permite alcanzar los objetivos de la primera etapa de la investigación: relevamiento de información acerca de las características productivas por zona de uso y manejo de suelos, niveles técnicos empleados, elaboración de modelos a niveles de unidad de producción (representativos de los sistemas tradicionales y mejorados de producción) y comparación de sus resultados económicos y productivos.

La confrontación de los resultados de los modelos de programación lineal con la realidad, demuestra la validez de la caracterización efectuada. Esto resulta particularmente cierto para los precios ganaderos denominados tradicionales, en los cuales la optimización por programación lineal determina niveles de producción y selección de rubros que se asemejan significativamente a la realidad. Los modelos mejorados se asemejan asimismo a una parte de los establecimientos que han introducido un conjunto de nuevas técnicas, aunque obviamente existen innovaciones de las cuales el modelo "mejorado" planteado sólo introduce un paquete que de acuerdo a las opiniones de los técnicos asegura la plena manifestación de los efectos más favorables del aumento de la producción de forrajes.

El análisis de programación lineal empleado representa óptimas combinaciones de actividades para las condiciones planteadas. Se observa, paralelamente, que caracteriza a la producción agropecuaria la ocurrencia de fuertes fluctuaciones de precios de insumos y productos, a la vez que su característica biológica la somete a fuertes variaciones en los rendimientos. Se concluye, por lo tanto, que la adversión al riesgo resultará en planes más diversificados que los de programación lineal standard. Al mismo tiempo, la transición de las técnicas actuales a las mejoradas, plantea una problemática particular no abordada por la programación lineal estática.

La etapa actual de investigación exige la profundización en estos dos aspectos: riesgo y transición tecnológica. En este sentido, la introducción del riesgo en los modelos estáticos ya diseñados, constituye el primer paso metodológico en una mayor aproximación a la realidad.

Esta modificación de los modelos básicos permitirá, además, una mejor integración con los equipos de elaboración de proyectos.

# PRINCIPALES ZONAS GANADERAS Y AGRICOLAS-GANADERAS SEGUN CIDE



mapa n°1

**b. Introducción del Riesgo en Modelos Estáticos de Programación Lineal. Aplicación del MOTAD para la zona Agrícola-Ganadera del Litoral Oeste del Uruguay.**

La metodología expuesta por Hazell (20) fue aplicada al estudio de la zona agrícola-ganadera del Litoral Oeste del Uruguay para la cual se habían previamente formulado dos modelos de programación lineal standard, representativos de dos sistemas de producción desarrollados en predios tipo del área.

El modelo MOTAD fue elaborado a efectos de representar el sistema de producción tradicional e incluye las actividades y restricciones básicas correspondientes a una simplificación del modelo de programación standard original.

**1) Características generales del modelo de programación lineal standard**

**· Función objetivo**

El modelo formulado determina la organización óptima del predio, en la cual la combinación de actividades agrícolas ganaderas y forrajeras maximizan el ingreso neto, dadas las restricciones y los precios de productos e insumos.

**· Restricciones**

Las restricciones básicas están constituídas por la superficie productiva total de la unidad, la superficie arable, la superficie mínima de rastrojo y, asociada a ellas, la producción de forraje. El capital, la maquinaria y la mano de obra disponible no se consideró limitante en una primera instancia, fijándose esta última de acuerdo a las características del establecimiento tipo (cuadro 2).

**Cuadro 2**

**Zona agrícola ganadera  
Restricciones del modelo tradicional**

Recurso	Unidades	Restricción
<b>Tierra</b>		
- superficie total	Hás.	500
- superficie arable	Hás.	350
- superficie máx. cult. por año	Hás.	280
- superficie mínima rastrojo	Hás.	70
- superficie campo natural	Hás.	75
- sup. de recortes de cultivos	Hás.	75
<b>Mano de obra</b>		
- capataz	Hombres	1
- tractorista	Hombres	2
- cocinero	Hombres	1
<b>Capital</b>		
- propio		
- circulante	N\$	Ingresos por ventas, transf. de exced. entre períodos y fondos prop. ext.

Cuadro 2 (continuación)

Recurso	Unidades	Restricción
. plazo intermedio	N\$	Fondos propios externos.
- crédito		
. corto plazo	N\$	Limitado por há de cultivo.
. plazo intermedio	N\$	80% del capital del plazo int. necesario.
Lino cabeza de rotación	Hás.	Sup. de rastrojo.
Uso de maquinaria	Hs. tr.	No restrictiva
Forrajes		
- no mejorado	UGM	Prod. est. y transf. otoño-inv. y primavera-verano.
- mejorado	UGM	Prod. est. y transf. otoño-invierno y primavera-verano.

• **Actividades**

Se incluyeron tres grupos básicos de actividades: agrícolas, ganaderas y forrajeras, de acuerdo al uso actual del suelo (cuadro 3). Las actividades desarrolladas en la superficie agrícola se integran por cultivos, rastrojos de más de un año y praderas, sin que compongan una rotación. Las actividades agrícolas comprenden producción y venta de trigo, lino, girasol y sorgo. Las actividades de ganadería vacuna se integran por cría, invernada de novillos propios, compra de novillos para invernar, venta de vacas de refugio y novillos terminados. La producción de forraje comprende campo natural, pradera convencional y rastrojos (cuadro 4).

• **Estructura del modelo**

La estructura del modelo respondió a los objetivos finales del estudio, al tener en cuenta la mayor flexibilidad a efectos de realizar cambios y/o parametrizaciones de precios, costos, o coeficientes de la matriz.

## 2) Características generales del MOTAD

• **Función objetivo**

El modelo formulado determina la combinación de actividades que minimiza la suma de las desviaciones negativas absolutas totales de los márgenes brutos respecto a sus medias\*, dadas las restricciones básicas y un nivel dado de ingreso neto total esperado (E).

• En su expresión matemática:

$$\text{Mínimo } \frac{\sum_{h=1}^s (y\bar{h})}{s}$$

donde  $\bar{y}_h$  constituyen los devíos negativos de los márgenes brutos de las actividades respecto a su margen bruto esperado en el año h.  $s$  = número de observaciones de una muestra de márgenes brutos.

### Restricciones

La matriz de restricciones se integra por las restricciones básicas, ya descritas, la restricción indicadora del nivel de ingreso esperado a alcanzar, que es objeto de parametrización\*, y por las restricciones correspondientes a las desviaciones de los márgenes brutos de las actividades respecto a sus medias, para cada año considerado\*\*.

A los efectos de la especificación de estas restricciones, se estimó la serie de márgenes brutos de los cultivos considerados para 9 años de los cuales se contaba con información (cuadro 5). No se incorporó en esta primera aproximación el riesgo asociado al desarrollo de actividades ganaderas.

### Cuadro 3

#### Uso del suelo para el modelo tradicional

		Cultivos competitivos	Destino
Superficie arable 70%	Cultivadas anualmente 56%	Lino	- Venta de grano (kgs./há.) 600
		Trigo	1.000
		Sorgo	1.300
		Girasol de la Pradera	550
	Rastrojo de más de un año 14%		- Pastoreo
	Campo natural 15%		- Pastoreo
Superficie no arable 30%	Desperdicios de cultivos 15%	Verano	
		Invierno	- Pastoreo
		Rastrojos	(Según cultivo)
		Pradera	

\* Expresado matemáticamente:

$$\sum_{i=1}^n f_i x_i - \lambda$$

donde n = número de actividades.  $f_i$  = margen bruto esperado de la actividad  $i$ .  $x_i$  = nivel de actividad  $i$ .  $\lambda$  = nivel esperado de margen bruto total, sujeto a parametrización.

\*\* Expresado matemáticamente:

$$\sum_{j=1}^n (ch_j - g_j) x_j + v_h^- \geq 0 \quad h = 1 \dots \dots \dots s.$$

donde:

- $ch_j$  - margen bruto de la actividad  $j$  en el año  $h$ .
- $g_j$  - margen bruto medio de la actividad  $j$  en los  $s$  años.
- $x_j$  - nivel de actividad  $j$ .
- $v_h^-$  - suma de los desvíos negativos de los márgenes brutos de las actividades respecto a su media, en el año  $h$ .
- $s$  - número de años considerados.

## Cuadro 4

Zona Agrícola-ganadera  
Actividades consideradas en el modelo tradicional

Actividades ganaderas		Actividades agrícolas		Actividades forrajeras	
Producción	Compra	Producción	Venta de granos (kgs./há.)	Producción	Producción
- Vacas de cría y reemplazos.	- Novillos con 220 kgs. en mayo	- Trigo	1.000	- Campo natural	
- Invernada de novillos propios.	- Novillos propios con 430 kgs. en mayo.	- Lino	600	- Rastrojos	
- De destete a 43 meses.-	- Novillos comprados con 480 kgs. en diciembre.	- Sorgo	1.300	- Pradera	
- Invernada de novillos com-prados.	- Vacas flacas de descarte 350 kgs. en agosto.	- Girasol de 1a.	550		
- De 220 kgs. a 480 kgs.-	- Cueros vacunos.				

· **Actividades**

Se consideraron las mismas actividades que en el modelo estático determinístico original, a las cuales se añaden s actividades correspondientes a los desvíos yh.

· **Estructura del modelo**

El modelo resultante se presenta en el cuadro 6. Se mantiene la estructura básica de la matriz original.

### Cuadro 5

#### Margen Bruto Real por hectárea de cultivo

Año de siembra	Margen Bruto Real \$/há (Nota)			
	Trigo	Lino	Girasol	Sorgo
1967	- 345	15	- 225	- 66
1968	86	168	- 20	46
1969	13	10	246	- 87
1970	148	- 94	256	- 210
1971	82	104	299	- 19
1972	357	245	- 56	- 23
1973	734	384	426	142
1974	393	328	- 212	245
1975	367	650	- 209	146
Promedio	204	201	56	19
Coef. de variación	148.8	114.2	450.8	738.0

Nota: Deflacionado por índice de precios de consumo, base 1961 = 100, Dirección General de Estadísticas y Censos.

#### c. Resultados de la Experiencia

Los resultados obtenidos mediante la utilización del método MOTAD y su comparación con los del modelo originalmente elaborado para la zona son presentados en el cuadro 7. La maximización de ingreso neto mediante programación lineal estática determinística se obtiene con la concentración de la actividad agrícola en la producción de trigo, el cultivo más rentable.

Para la aplicación del MOTAD se seleccionaron ingresos (E) de \$30.000 a \$70.000 de 1961 a los efectos de realizar la parametrización, obteniéndose un plan óptimo de mínimo desvío total absoluto (A) para cada uno de los niveles intermedios.

El nivel de ingreso inferior, correspondiente al plan de mínimo riesgo es obtenido, de acuerdo a las características del modelo explicitado, con la totalidad de la superficie productiva dedicada a ganadería (350 hás. de rastrojo y 75 hás. de campo natural).



**Cuadro 6**  
**Zona agrícola-ganadera del litoral oeste - modelo MOTAD**

UNID	DAO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
RESTRICCIONES		0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005		
		0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005	0005		
1 TIERRA	Hm																																										
2 CAP CIRC 0	0005	1																																									
3 CAP CIRC 1 DEF	0005		1																																								
4 CAP CIRC 2 MAM	0005			1																																							
5 CAP CIRC 3 JJA	0005				1																																						
6 CAP CIRC 4 SON	0005					1																																					
7 CAP PR PL INT	0005						1																																				
8 FERTILIZANTE	Kg							1000																																			
9 TRACTOR 1 DEF	Hh																																										
10 TRACTOR 2 MAM	Hh																																										
11 TRACTOR 3 JJA	Hh																																										
12 TRACTOR 4 SON	Hh																																										
13 TRACTOR TOTAL	Hh																																										
14 EQUIPO	Hh																																										
15 COSECHADORA DEF	Hh																																										
16 COSECHADORA MAM	Hh																																										
17 COSECH TOTAL	Hh																																										
18 COMBUSTIBLE	Ls																																										
19 TRIGO	Kg																																										
20 LINO	Kg																																										
21 GIRASOL	Kg																																										
22 SORGO	Kg																																										
23 LINO CAB ROT	Hh																																										
24 FORRAJE DEF	UGM																																										
25 FORRAJE MAM	UGM																																										
26 FORRAJE JJA	UGM																																										
27 FORRAJE SON	UGM																																										
28 PR FOR NO	UGM																																										
29 PR FOR MAM	UGM																																										
30 PR FOR JJA	UGM																																										
31 PR FOR SON	UGM																																										
32 PR FOR TOTAL	UGM																																										
33 PR FOR UGAM	UGM																																										
34 PR FOR VAC	UGM																																										
35 PR FOR DEF	UGM																																										
36 PR FOR MAM	UGM																																										
37 PR FOR SON	UGM																																										
38 PR FOR TOTAL	UGM																																										
39 PR FOR UGAM	UGM																																										
40 PR FOR VAC	UGM																																										
41 PR FOR DEF	UGM																																										
42 PR FOR MAM	UGM																																										
43 PR FOR SON	UGM																																										
44 PR FOR TOTAL	UGM																																										
45 PR FOR UGAM	UGM																																										
46 PR FOR VAC	UGM																																										
47 PR FOR DEF	UGM																																										
48 PR FOR MAM	UGM																																										
49 PR FOR SON	UGM			</																																							

Cuadro 7

Zona Agrícola - Ganadera  
Resultados comparativos del modelo standard y MOTAD

Unidad	Modelo Standard	MOTAD - PARAMETRIZACIONES DE INGRESO												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9				
<b>Ingreso neto</b>														
- A (pesos 1961)	-	225	3.571	6.917	10.264	13.610	18.712	28.731	39.169	49.607				
- E (pesos 1961)	72.132	30.000	35.000	40.000	45.000	50.000	55.000	60.000	65.000	70.000				
<b>Agricultura</b>														
- Trigo	280	-	-	-	-	-	-	56	120	185				
- Lino	-	2	34	65	97	128	168	147	115	82				
- Girasol	-	0,8	13	26	39	51	14	-	-	-				
<b>Ganadería</b>														
- Producción														
. Vacas de cría y re.	100 c.	0,78	1,54	1,40	1,33	1,22	1,11	1,06	0,99	0,90	0,82			
. Inv. nov. propios destete a 43 meses	100 c.	0,26	0,51	0,47	0,44	0,40	0,37	0,35	0,33	0,30	0,27			
- Venta														
. Vacas desc. fiacas	100 k.	73	143	134	124	114	104	99	93	84	76			
. Nov. term. MAM.	100 k.	109	215	200	185	170	155	148	139	126	114			
. Cueros vacunos.	1 cuero	6	12	11	10	9	9	8	8	7	6			
<b>Pasturas</b>														
- Campo natural	Hás.	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75			
- Rastrojo	Hás.	70	303	259	215	171	168	147	115	82				
- Transf. MAM-JJA	UGM	430	285	288	291	294	357	390	407	423				
- Transf. SON-DEF	UGM	-	180	184	189	193	55	628	474	-				
Prod. for. no mej. tot.	UGM	3.585	7.183	6.571	5.959	4.733	4.711	4.469	4.075	3.681				
Forraje utiliz. total	UGM	2.831	5.567	5.182	4.796	4.025	3.853	3.591	3.272	2.953				
Produc. carne vacuna	100 k	182	358	333	309	284	248	231	211	190				

La obtención de mayores niveles de ingreso se asocia al desarrollo de actividades de riesgo creciente. Estos cultivos, comenzando con lino, de acuerdo a la información manejada presentan el menor coeficiente de variación pero también menor margen bruto que el trigo (cuadro 5). Los cultivos de verano, que presentan los mayores coeficientes de variación aparecen históricamente, a su vez, como los menos rentables si se considera, como indicador el margen bruto por hectárea.

La metodología utilizada posibilita una mayor aproximación de los resultados a la situación real.

Los sucesivos planes resultantes de la parametrización, correspondientes a diferentes niveles de ingreso y estimación del riesgo de su obtención, facilitan la programación de actividades del establecimiento. La selección final será realizada por el productor individual en función de la combinación Ingreso-Riesgo que prefiera.

Los resultados obtenidos evidencian, a su vez, las limitaciones existentes en la forma como se aplicó la metodología, en particular: la no consideración del riesgo en las actividades ganaderas.

#### **d. Necesidad de Nuevas Investigaciones**

Se considera que el conocimiento de algunos factores debe ser profundizado, con la finalidad de poder extender la metodología empleada e incorporarla como un instrumento capaz de aumentar la eficiencia y precisión en la evaluación de proyectos y programas de desarrollo.

En este sentido, se destacan algunos aspectos:

##### **1) Mejoramiento de las estimaciones de la varianza de los márgenes brutos**

Se considera que los resultados elaborados para el presente trabajo adolecen de una serie de limitaciones (ver Apéndice):

- No existen cifras confiables sobre la varianza de rendimientos individuales.
- No existe una investigación sistemática acerca de las técnicas empleadas, la estructura de costos y el ritmo y determinantes de cambios tecnológicos.
- El índice de precios al consumo no parece constituir el deflactor más adecuado para los costos e ingresos.
- Se debe profundizar el estudio del crédito oficial como mecanismo de traslación de ingresos.

##### **2) Riesgo asociado a la introducción de nuevas técnicas**

Este aspecto cobra interés tanto a nivel de la investigación agronómica como desde el punto de vista de la adopción tecnológica.

La hipótesis de que el lento ritmo de cambio tecnológico en la agricultura uruguaya se asociaría en parte al mayor riesgo que esta implica, no ha sido descartada por el momento. Su comprobación o rechazo, así como la evaluación de los cambios en la varianza introducidos como consecuencia de la recomendación de nuevas técnicas sin duda que conduciría a resultados más favorables en la planificación.

##### **3) Evaluación de los efectos de las decisiones de política**

El papel de los efectos de las decisiones de política económica sobre la varianza en los resultados obtenidos a nivel de productor no ha sido suficientemente estudiado. Sin embargo, existe la evidencia que en el pasado las variaciones a nivel de variables tales como: tasa efectiva de cambio, política fiscal, de

comercialización, crediticia, de subsidios y el mismo enfoque de la política tecnológica, ha derivado en profundos cambios en las condiciones bajo las cuales el productor adopta sus decisiones y obtiene resultados.

#### 4) Riesgo admitido

Sin duda que la elaboración de planes y proyectos requiere del conocimiento del comportamiento del productor frente a cambios externos.

En este sentido deben ser objeto de investigación la determinación de causas que han orientado en el pasado a pequeños grupos de productores a adoptar cambios técnicos. Esta falta de conocimiento a menudo ha llevado a evaluar erróneamente el ritmo de cambio tecnológico en diversos proyectos. A través del análisis histórico sería posible discernir las causas y motivaciones de grupos de productores, posibilitando la selección de medidas más eficientes de estímulos. Por otra parte, empleando el método de MOTAD y a través del análisis paramétrico de ingresos esperados puede llegar a estimarse el riesgo admitido por distintos grupos de productores, Esto podría ser logrado a través de la contrastación de resultados obtenidos con la realidad.

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Reconocer que los datos usualmente manejados responden a una distribución estadística es un rumbo deseable en el área de proyectos. Ello debería permitir una estimación de la eventual reacción de los beneficiarios ante el consiguiente riesgo. Las metas propuestas podrían así ser consideradas de forma más realista que la usual, en la que simplemente se recomienda un plan de producción en función de resultados más probables y, en la sección de parametrización, se indica qué tolerancia tiene el beneficio de dicho plan ante porcentajes arbitrarios de variación en los datos.

Prestar atención a los riesgos asociados con elementos aleatorios, previa generación de las distribuciones relevantes, puede asumir una función estratégica aunque no se logren de inmediato las mejoras técnico-modelísticas más ambiciosas. Dicha función consiste en provocar un más cuidadoso diseño del proyecto.

No tenemos experiencia directa para reportar qué pueda probar la favorable relación beneficio/costo de esta tarea. Los casos en los que hemos participado no fueron nunca razonablemente completos. Si bien su costo resultó siempre muy reducido y sus beneficios de diseño pueden estimarse subjetivamente como buenos, realmente debemos dejar esto sólo como una impresión de que los correspondientes intentos son definitivamente viables y probablemente muy convenientes.

En atención a las posibilidades de acción inmediata, es recomendable que los expertos en temas específicos que colaboran en proyectos expongan la distribución de los datos que proporcionan. Una buena integración entre ellos y con el equipo central puede aprovechar no sólo el resultado más rico que se propone sino también el análisis necesario para generarlo. Como aprovechamiento del resultado se recomienda que en base a estas distribuciones se decida qué tipos de parametrizaciones efectuar.

Un pleno uso del arsenal técnico deberá esperar que se vayan perfeccionando tanto él como los sistemas asociados de información y decisión. En este trabajo se presentó un modelo aplicado con el objetivo de ir logrando este perfeccionamiento. Sus resultados preliminares sugieren que con un mecanismo simple puede representarse la decisión con riesgo y con ello mejorarse la aproximación a la realidad que ofrece programación lineal. Queda por probar que esto puede usarse fructíferamente en proyectos. Para definir esto habrá que validar el modelo y lograr su inserción en un esquema, tal vez recursivo, de largo plazo.

Atender al riesgo de un diseño, como procedimiento para mejorar proyectos, no agota las necesarias mejoras de los mecanismos usuales para prepararlos y evaluarlos. Las recomendaciones que al respecto se han presentado deben así enmarcarse en una acción más amplia para generar más ideas de inversión y mejor

compararlas. Por otra parte, debe reconocerse que, aún en conjunto, el tema proyectos es sólo una parte de los mecanismos necesarios para el logro eficiente de diversos objetivos nacionales.

## 6. APENDICE

### Evaluación Preliminar de la Variabilidad en Uruguay de Datos Usuales para Proyectos.

La rentabilidad de los cultivos agrícolas en Uruguay está sometida a variaciones muy amplias que sin duda afectan las decisiones de producción y por lo tanto deberá ser tenida en cuenta en cualquier programa de expansión del sector.

El presente capítulo tiene por objetivo presentar una metodología preliminar para la evaluación de la variabilidad en la rentabilidad de los principales cultivos. Las fuentes de variación identificadas son:

- Rendimientos
- Márgenes Brutos

#### a. Evaluación de la variabilidad de los rendimientos

No existe en Uruguay ninguna investigación que haya definido la variabilidad de los rendimientos a nivel de predio en forma consistente. Ante esta situación se intentó efectuar la medición de manera indirecta. La varianza de los rendimientos presenta dos componentes. Uno está dado por la tendencia al incremento de los rendimientos, que se debe a cambios tecnológicos y por consiguiente es controlado por el productor, no constituyendo una fuente de riesgo o incertidumbre. El otro componente, sería la fracción de varianza no controlada, constituyendo su evaluación de un objetivo a cumplir.

- 1) Se obtuvieron series de rendimientos medios a nivel de departamentos.
- 2) Se poseen informaciones de otros países\*, en que se ha medido la relación existente entre la varianza regional y la varianza individual. El coeficiente manejado fue de 3.0; o sea la varianza individual sería 3,0 veces mayor que la departamental.
- 3) Se supuso que a largo plazo, la media del productor medio es equivalente a la media departamental.
- 4) Con la finalidad de discriminar los componentes de la varianza y aislar el componente al azar, se analizaron las tendencias de los rendimientos para los 4 cultivos en que existía información: trigo, lino, girasol y sorgo, encontrándose para el departamento de Soriano, las siguientes funciones para un período de 15 años.

$$\text{Trigo} : y = 971.08 + 8.08 t; \quad R^2 = 0,03; \quad F = 0,72$$

$$\text{Lino} : y = 608.12 + 3.27 t; \quad R^2 = 0,06; \quad F = 0,37$$

$$\text{Girasol} : y = 774.41 - 25.6 t; \quad R^2 = 0,098; \quad F = 0,76$$

$$\text{Sorgo} : y = 960.31 + 77.78 t; \quad R^2 = 0,47; \quad F = 6.27$$

Se observó que para trigo, lino y girasol el coeficiente de tendencia no es significativamente distinto de cero no superando el  $R^2$  al 6%. Solamente se obtuvo un valor significativo en el caso del sorgo.

\* Estudios de Freund, citados en (7)

Como consecuencia de esta constatación, sólo se consideró necesario corregir la tendencia en la serie de rendimientos del sorgo, aislando así el componente al azar de la varianza.

- 5) Se decidió trabajar con los rendimientos de los últimos nueve años para el departamento de Soriano, considerado el más representativo de la región agrícola-ganadera.

Los resultados obtenidos empleando la metodología expuesta constan en el cuadro 1, incluido en este Anexo.

#### b. Evaluación de la variabilidad en los márgenes brutos

A menudo se ha considerado el precio real percibido por el productor, como un indicador aceptable de la rentabilidad, considerando que los costos de producción poseen una mayor estabilidad. Sin embargo para el Uruguay, la magnitud de las variaciones en las relaciones de precios insumo-producto, consecuencia de las condiciones de inestabilidad de la economía, condujeron a la hipótesis de que los precios del producto no constituirían un adecuado indicador de rentabilidad. Por este motivo, se consideró que una mejor estimación de la variabilidad en la rentabilidad debía deducirse del análisis del comportamiento de los márgenes brutos. Con la finalidad de evaluar la varianza de los márgenes brutos, se procedió de la siguiente forma:

- 1) Se elaboró un presupuesto para cada uno de los cultivos, que de acuerdo a informaciones de campo y consultas con técnicos y asociaciones de productores, podía ser considerado representativo del productor medio de la zona.
- 2) Se determinó el precio de los insumos para cada año, de tal forma que se obtuvo el costo de producción para una serie de 15 años. Se tomó en cuenta el precio percibido por el productor y se supuso que este comercializaba la producción dentro de los 4 meses posteriores a la cosecha.
- 3) Dado el elevado ritmo inflacionario de la economía en el período analizado, se consideró necesario deflactar los precios y los costos. Los costos se deflactaron de acuerdo al índice de precios vigente en el período en que se emplea el insumo mientras que los precios del producto fueron deflactados por el índice de los 4 meses posteriores a la cosecha.

El índice empleado para deflactar los precios fue el índice de precios al consumidor de la ciudad de Montevideo\*.

- 4) No se reconocieron cambios tecnológicos en la serie, lo cual sin duda introduce algún error en los cálculos realizados. La decisión se tomó fundamentada en que han existido muy pocos cambios. Tal vez la excepción está dada por el mayor uso de semillas certificadas y fertilizantes. El presupuesto definido se aproxima en mayor medida al vigente en áreas recientes por lo cual probablemente no sea tan representativo para los primeros años de la serie. Por este motivo, en el modelo se consideran los últimos 9 años a fin de corregir posibles distorsiones.

---

\* Dirección General de Estadística y Censos. Tal vez este índice no sea el más adecuado para evaluar los términos de intercambio del sector agropecuario. Sin embargo, aunque existen otros indicadores (Precios al por mayor, precios implícitos en el P.B.I.) se consideró que ellos presentaban inconvenientes, tales como la consistencia metodológica empleada para su cálculo o el atraso con que estas cifras son divulgadas. El índice de precios al consumo es calculado con una metodología consistente y posee la ventaja de que es publicado mensualmente. No obstante, en una economía inflacionaria como la uruguaya, la discusión acerca del deflactor más adecuado tiene plena vigencia.

5) Se especificaron los siguientes costos:

- combustibles y lubricantes
- fertilizantes
- costos operativos de la maquinaria (reparaciones, amortización)
- costo de la semilla
- costo de la mano de obra
- costo de los envases (bolsas e hilo)
- no fue posible elaborar una serie de costos de herbicidas, insecticidas y fletes, ya que no existía la información requerida.

Para resolver el problema de los insumos para los cuales no se obtuvo una serie de costos, se resolvió reproducir en toda la serie la proporción que ellos significaron en los últimos dos años. Los costos especificados representan un 87% para trigo y lino, 89% girasol y 80% para sorgo.

6) El cálculo final del Margen Bruto se obtiene de deducir para cada año de la serie de ingresos deflactados los costos anuales también deflactados. Los ingresos son el producto del precio por el rendimiento calculado como se expresó anteriormente.

7) No fueron considerados los efectos del crédito sobre la rentabilidad. Sin duda que la consideración del problema financiero y en especial del crédito público a tasas de interés sensiblemente inferior al ritmo de crecimiento de los precios, hubiese determinado un incremento en el margen de rentabilidad. No obstante, no fue posible obtener información acerca del monto de financiamiento otorgado para los distintos cultivos, por lo cual no puede establecerse los alcances de este mecanismo redistribuidor de ingresos. No obstante, como no se consideró para ninguno de los cultivos, si bien las cifras absolutas del margen pueden verse alteradas, las conclusiones derivadas de la comparación entre rubros podrán conservar su validez.

En el Cuadro 1 (Capítulo II de este trabajo) se resumen los parámetros de variabilidad para Rendimientos, Precios, Ingreso Bruto, Costos y Márgenes Brutos para los cultivos considerados en el departamento de Soriano en los últimos 9 años.

**Apéndice -- Cuadro 1**  
**Rendimiento del departamento de Soriano y rendimientos individuales de cultivos seleccionados (kgs./há.)**

Años	Trigo			Lino			Girasol			Sorgo						
	Rend. dept.	Desvíos de la media x 1,73	Rend. indiv.	Rend. dept.	Desvíos de la media x 1,732	Rend. indiv.	Rend. dept.	Desvíos de la media x 1,732	Rend. indiv.	Rend. dept. separado	Residuos	Desvíos x 1,732	Rend. indiv.			
1967	720	- 331	478	570	- 116	486	500	- 146	263	393	1.000	1.038	- 38	66	1.283	
1968	960	- 101	876	700	14	710	600	- 46	80	566	1.000	1.116	- 116	- 201	1.148	
1969	1.027	- 24	1.009	644	- 42	613	870	224	388	1.034	1.350	1.194	156	271	1.620	
1970	1.300	249	1.482	550	- 136	450	850	204	353	999	1.000	1.271	- 271	- 470	879	
1971	930	- 121	841	680	- 6	676	850	204	353	999	1.860	1.349	311	538	1.867	
1972	1.200	149	1.309	700	14	710	530	- 116	- 201	445	1.300	1.427	- 127	- 220	1.129	
1973	1.059	8	1.065	624	- 62	579	900	254	440	1.086	1.800	1.505	295	511	1.860	
1974	1.132	81	1.191	746	60	790	345	- 301	- 521	125	1.665	1.583	82	143	1.492	
1975	1.137	86	1.200	956	270	468	1.154	372	- 274	- 475	171	1.368	1.660	- 292	- 506	843
	$\bar{x}$ 1.051		$\bar{x}$ 1.051	$\bar{x}$ 686		$\bar{x}$ 686	$\bar{x}$ 646		$\bar{x}$ 646	$\bar{x}$ 646	$\bar{x}$ 1.349	$\bar{x}$ 1.349			$\bar{x}$ 1.349	

(a) Al triplicarse la varianza, los desvíos se incrementan en  $\sqrt{3}$ .



## 7 BIBLIOGRAFIA

1. ANDERSON, JOCK R. *Sparse Data, Climatic Variability, and Yield Uncertainty in Response Analysis*. *American Journal of Agricultural Economics* 55(1): 77-82, February 1973.
2. ————. *Sparse Data, Climatic Variability, and Yield Uncertainty in Response Analysis: Reply*. *American Journal of Agricultural Economics* 56(3): 647, August 1974.
3. ————. *Sparse Data, Estimational Reliability, and Risk-Efficient Decision*. *American Journal of Agricultural Economics* 56(3): 564-572, August 1974.
4. ————. *Risk Efficiency in the Interpretation of Agricultural Production Research*. *Review of Marketing and Agricultural Economics* 42(3): 131-184, September 1974.
5. BARRY, PETER J. and ROBISON, LINDON J. *A Practical Way to Select an Optimum Farm Plan Under Risk: Comment*. *American Journal of Agricultural Economics* 57(1): 128-131, February 1975.
6. BAUMOL, WILLIAM J. *An Expected Gain-Confidence Limit Criterion for Portfolio Selection*. *Management Science* 10(1): 174-183, October 1963.
7. BOUSSARD, JEAN-MARC and PETIT, MICHEL. *Representation of Farmers' Behavior Under Uncertainty with a Focus-Loss Constraint*. *Journal of Farm Economics* 49(4): 869-880, November 1967.
8. COHAN, H. E. *El Sistema de Colonización y el Modelo de Cómputo. Sugerencias del Proyecto de Colonización en el Chaco*. IICA Montevideo, 1973. Mimeógrafo.
9. ————. *Una Experiencia y Algunas Reflexiones en Torno a la Evaluación de Proyectos de Desarrollo Agropecuario*. INTA. Departamento de Economía. Serie de Investigación No. 8. Junio de 1972.
10. ————, W. PEPA. *Un Programa para Evaluar Proyectos de Desarrollo Pecuario*. INTA. Departamento de Economía. Serie Investigación No. 9, Junio de 1972.
11. CHARNES, A. and COOPER, W. W. *Deterministic Equivalents for Optimizing Satisficing Under Chance Constraints*. *Operations Research* 11:18-39, 1963
12. CHEN, J.T. and BAKER, C.B. *Marginal Risk Constraint Linear Program for Activity Analysis*. *American Journal of Agricultural Economics* 56(3):622-627, August 1974.
13. DILLON, J.L. *Applications of Game Theory in Agricultural Economics: Review and Requiem*. *The Australian Journal of Agricultural Economics* 6 (2), December 1962.
14. DORFMAN, R. *Decision Rules Under Uncertainty*. In Layard, R. (Ed.) *Readings in Cost Benefit Analysis*, Penquin Press.
15. DRYNAN, ROSS G. and LUGTON, BRUCE L. *Sparse Data. Climatic Variability and Yield Uncertainty in Response Analysis: Comment*. *American Journal of Agricultural Economics* 56(3) 646, August 1974.
16. ECAFE. *Economic Bulletin for Asia and The Far East*, Vol. 19, No. III, 1968.
17. EIDMAN, U.R., DEAN, G.W. and CARTER, H.O. *An Application of Statistical Decision Theory to Commercial Turkey Production*. *Journal of Farm Economics* 49(4): 852-868, November 1967.
18. HALTER, ALBERT N. and DEAN, GERALD W. *Decisions Under Uncertainty*. South-Western Publishing Co. 1971.
19. HAZELL, P.B.R. *Game Theory -An Extension of Its Application to Farm Planning Under Uncertainty*. *Journal of Agricultural Economics* 31(2), May 1970.
20. ————. *A Linear Alternative to Quadratic and Semivariance Programming for Farm Planning Under Uncertainty*. *American Journal of Agricultural Economics* 53(1): 53-62, February 1971.
21. ————. *A Linear Alternative to Quadratic and Semivariance Programming for Farm Planning Under Uncertainty: Reply*. *American Journal of Agricultural Economics* 53(4), November 1971.

22. HERTZ, DAVID B. Risk Analysis in Capital Investment. *Harvard Business Review*, January-February 1964.
23. HILLIER, F.S. The Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments. *Management Science*, Vol. 9, 1963.
24. HOW, R.B. and HAZELL, P.B.R. Use of Quadratic Programming in Farm Planning Under Uncertainty. *A.E. Res.* 250, 25 p., May 1968.
25. HUSAIN, TARIK. A model for the Risk Analysis of Irrigation Projects. IBRD. Economics Department Working Paper. January 1973.
26. ————. Use of Simulation in Appraising a Livestock-Breeding-Fattening Project. IBRD. Economics Department Working Paper No. 56. January, 1970.
27. INSTITUTO DE COLONIZACION, Provincia del Chaco. Proyecto de Colonización para la Reconstrucción Nacional. Resistencia, 1974.
28. JOHNSON, S.R. A Re-examination of the Farm Diversification Problem. *Journal of Farm Economics* 49(3): 610-621, 1967.
29. ————, TEFERTILLER, K.R. and MOORE, D.S. Stochastic Linear Programming and Feasibility Problems in Farm Growth Analysis. *Journal of Farm Economics* 49(4): 908-919, 1967.
30. KENNEDY, J.O.S. and FRANCISCO, E.M. On The Formulation of Risk Constraints for Linear Programming. *Journal of Agricultural Economics* 25(2), May 1974.
31. LEFORT, G. and SEBILLOTE, M. Construction d'un Programme Lineaire pour L'Etude du Meilleur Systeme de Production d'une Exploitation Agricole et de son Adaptation aux Aleas Climatiques. *Comptes Rendus des Seances de l'Academie d'Agriculture de France*, No. 11., 1964.
32. LIN, W., DEAN, G.W. and MOORE, C.U. An Empirical Test of Utility US. Profit Maximization in Agricultural Production. *American Journal of Agricultural Economics* 56(3): 497-508, August 1974.
33. LITTLE, I.M.D. and MIRRLEES, J.A. Uncertainty. Chapter XV In *Project Appraisal and Planning for Developing Countries*, London, Heinemann, 1974.
34. MERRILL, W.C. Alternative Programming Models Involving Uncertainty. *Journal of Farm Economics* 47 (3): 595-610, 1965.
35. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA DE LA NACION, República Argentina y BID-IICA. Desarrollo Ganadero en la Provincia de San Luis. Buenos Aires, 1973.
36. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. SUB-DIRECCION DE ESTUDIOS ECONOMETRICOS. Analisis económico de los sistemas de producción tradicional y mejorado para el área basáltica del Uruguay. Montevideo, Uruguay. Octubre 1974. (Serie Técnica No. 1).
37. ————. Analisis económico de los sistemas de producción tradicional y mejorado para la zona de Cristalino del Uruguay. Montevideo, Uruguay. Marzo 1975. (Serie Técnica No. 2).
38. ————. Analisis económico de los sistemas tradicional y mejorado para la zona de Areniscas de Tacuarembó del Uruguay. Montevideo, Uruguay. Mayo 1975. (Serie Técnica No. 4)
39. ————. Analisis económico de los sistemas de producción tradicional y mejorado para la sub-zona Garzón del Uruguay. Montevideo, Uruguay. Julio 1975. (Serie Técnica No. 3).
40. ————. Analisis económico de los sistemas de producción actual y mejorado en la zona agrícola-ganadera del litoral oeste del Uruguay. Montevideo, Uruguay, 1977 (Serie Técnica No. 7).
41. MINISTERIO DE GANADERIA Y AGRICULTURA. Estudio económico y social de la agricultura en el Uruguay. CIDE, Sector Agropecuario. Montevideo, Uruguay. 1967.
42. MISHAN, E.J. Cost Benefit Analysis. Praeger Publishers, New York-Washington, 1971.

43. MCINERNEY, J.P. Linear Programming and Game Theory Models-Some Extensions. *Journal of Agricultural Economics* 20(2): 269-278, May 1969.
44. ———. Maximim Programming. An approach to Farm Planning Under Uncertainty. *Journal of Agricultural Economics* 18(2): 279-289, 1967.
45. O.E.C.D. Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries. Vol. II., Social Cost Benefit Analysis.
46. OFFICER, R.R., HALTER, A.N. and DILLON, J.L. Risk Utility and the Palatability of Extension Advice to Farmer Groups. *The Australian Journal of Agricultural Economics* 11(2): 171-183, December 1967.
47. OFFICER, R.R. and HALTER A. N. Utility in a Practical Setting. *American Journal of Agricultural Economics* 50 (2): 267-277, 1968.
48. OVERSEAS DEVELOPMENT ADMINISTRATION. A Guide to Projeit Appraisal in Developing Countries.
49. RAE, A.N. Profit Maximisation and Imperfect Competition. An Application of Quadratic Programming to Horticulture. *Journal of Agricultural Economics* 31(1): 133-140, January 1970.
50. ———. An Empirical Application and Evaluation of Discrete Stochastic Programming in Farm Management. *American Journal of Agricultural Economics* 53(4): 625-638, November 1971.
51. RAIFFA, H. *Decision Analysis*, Addison-Wesley, Reading, Mass, July 1970.
52. REUTLINGER, SHLOMO. Techniques for Project Appraisal Under Uncertainty, IBRD. World Bank Staff Occasional Papers Number Ten.
53. SCOTT, J.T. and BAKER, Ch. B. A Practical Way to Select An Optimum Farm Plan Under Risk. *American Journal of Agricultural Economics* 54(4), November 1972.
54. SCHLAIFER, R. *Probability and Statistics for Busines Decisions*. McGraw-Hill-Kogakusha Co., Tokyo, 1959.
55. SENGUPTA, J.K. Safety-First Rules Under Chance-Constrained Linear Programming. *Operations Research* 17 (1): 112-132. January - February 1969.
56. ——— and PORTILLO-CAMPBELL, J.H. A Fractile Approach to Linear Programming Under Risk. *Management Science* 16 (5): 298-309, January 1970.
57. STOVALL, J.G. Income Variation and Selection of Enterprises. *Journal of Farm Economics* 48(5): 1575-1579, 1966.
58. SWALM, RALPH O. Utility Theory -Insights Into Risk Taking. *Harward Business Review*. 123-136 p., November-December 1966.
59. TADROS, M.E. and CASLER, G.L. A Game Theoretic Model for Farm Planning Under Uncertainty. *American Journal of Agricultural Economics* 51(5): 1164-1168, December 1969.
60. THOMSON, K.J. and HAZELL, P.B.R. Reliability of Using The Mean Absolute Deviation to Derive Efficient E.U. Farm Plans. *American Journal of Agricultural Economics* 54(3): 503-506, August 1972.
61. U.N.I.D.O. *Pautas para la Evaluación de Proyectos*. Serie Formulación y Evaluación de Proyectos No. 2, New York, 1972.
62. WEBSTER, J.P.G. and KENNEDY, J.O.S. Measuring Farmers' Trade-Offs Between Expected Income and Focus-Loss Income. *American Journal of Agricultural Economics* 57(1): 97-105, February 1975.
63. YARON, D. and HOROWITZ, U. A Sequential Programming Model of Growth and Capital Accumulation of a Farm Under Uncertainty. *American Journal of Agricultural Economics* 54(3): 441-451, August 1972.
64. ZUSMAN, P. and AMIAD, A. Simulation: A Tool for Farm Planning Under Conditions of Weather Uncertainty. *Journal of Farm Economics* 47(3): 574-594, 1965.

## B. COMENTARIOS

**1. Alfred Thieme.** Como primer comentario, opino que la revisión bibliográfica presentada sobre tratamiento del riesgo en la evaluación de proyectos agrícolas, es excelente.

La técnica de análisis del riesgo a través de la simulación no debe ser perdida de vista, pues aparece como muy promisorio. En particular, señalo el trabajo del Dr. Tariq Hussein (BIRF) como muy interesante en este respecto. Dicho trabajo toma en cuenta distribuciones de probabilidades subjetivas, estimadas por los técnicos proyectistas, en lo referente a rendimientos agrícolas y a precios.

Con respecto a la evaluación de proyectos realizados por el Estado, considero que el problema del riesgo debe ser particularmente atendido pues puede tener gran incidencia en el aporte del proyecto al ingreso nacional.

Otra forma recomendada para estimar las probabilidades asociadas con los precios es la consideración de las series históricas de precios.

El efecto del riesgo sobre la tasa interna de retorno es importante. Por eso, recomiendo identificar los indicadores cuya variabilidad tiene mayor incidencia sobre la tasa de retorno para afectarlos por las probabilidades respectivas.

**2. John Dillon.** El primer comentario se refiere a la actividad que los Gobiernos deben adoptar frente al problema del riesgo en la evaluación de los proyectos gubernamentales de inversión. Entiendo que el riesgo es un elemento de importancia en particular cuando hay problemas sociales involucrados. Los problemas de alimentación de la población y de conformidad social deben ser considerados con particular énfasis. Por ejemplo, en la India, entiendo que la alimentación de la población debe ser asegurada en forma prioritaria. En el caso de Uruguay, entiendo que se debe seguir igual aproximación en el caso de los precios del ganado.

En segundo lugar, quiero referirme a la literatura sobre tratamiento del riesgo en evaluación de proyectos. Considero que la aproximación usada por Little-Mirrlees, UNIDO y BIRF es muy inocente, pues no incorporan los últimos avances en la teoría de la decisión.

En tercer término, estoy de acuerdo con la línea de trabajo seguida en Uruguay por lo que he podido ver en cuanto a proyectos de planificación a nivel nacional y de productor. Hay otros siete u ocho países que están en esta misma línea de usar el Hazell.

Es posible que ya haya información suficiente para desarrollar modelos que superen el ámbito nacional de países individuales.

Entiendo que el modelo MOTAD desarrollado por Hazell puede resultar muy útil para el tratamiento del riesgo. La aproximación de Hazell consiste en minimizar desviaciones, dado un cierto nivel de ingreso. En Australia, se ha entendido más conveniente maximizar ingreso esperado dadas ciertas restricciones en cuanto al nivel de desviación tolerado, pues de esta manera se obtiene información directamente empleable sobre precios sombra. Para elegir la mejor solución entre el conjunto de soluciones óptimas definido por el Programa MOTAD, Hazell y Scandizzo proponen introducir en la función objetivo un coeficiente de aversión al riesgo (K), definiéndose la utilidad a ser maximizada como

$$U = E \pi - K (SE \pi)$$

En la que:

U — utilidad

E — indica valor esperado

- $\pi$  – beneficio neto
- S – desvío standard
- K – coeficiente de aversión al riesgo

Los antedichos autores encontraron que el valor de K que mejor refleja la realidad es  $-1$ . Esto es una primera aproximación.

Otra alternativa para determinar el valor del coeficiente K es preguntar a una muestra de agricultores cuál es su actitud frente al riesgo. (Por ejemplo, de dos posibilidades de inversión, cuál prefiere? O una que le dejará cada año \$10.000 o una que le dejará en tres de cada cuatro años \$16.000 y el cuarto año no le dejará nada? ).

**3. Martín Piñeiro.** En los proyectos estatales el riesgo juega un papel tan importante que considero que se debe buscar siempre minimizar el riesgo.

Destaco la necesidad de identificar las fuentes del riesgo y no considerar el riesgo agregado solamente. En proyectos complejos el riesgo puede tener varias fuentes y, si consideramos el riesgo en forma agregada, se pierde la posibilidad de identificar sus fuentes y por ende la posibilidad de actuar con medidas de política que minimicen el riesgo. Al no considerar la posibilidad del gobierno de actuar sobre las fuentes de riesgo, minimizándolo, se introduce un sesgo en la selección de proyectos.

**4. Hernán Tejeda.** Es importante definir un método que permite llegar a determinar la distribución objetiva de probabilidades a partir de las estimaciones subjetivas de los técnicos responsables de la preparación del proyecto.

**5. Pérez Arrarte.** En nuestros países (Argentina, Chile y Uruguay) existe una brecha tecnológica entre las prácticas adoptadas por las empresas y las disponibles en las estaciones experimentales. En los modelos habría que considerar la existencia de esa brecha para evaluar los resultados de la investigación.

Los modelos que hacen evaluaciones en base a la tecnología potencialmente disponible son de utilidad práctica escasa. Para hacer evaluaciones más ajustadas habría que considerar, como riesgo, la probabilidad de adopción de la tecnología nueva.

**6. Joaquín Secco.** En el trabajo se consideraron dos tecnologías, la actualmente difundida y la que se considera mejorada. El resultado fue mostrar que es probable que las tecnologías más intensivas sean las más riesgosas.

El factor de riesgo más importante ha sido el asociado con los precios agrícolas. Muchas veces esos precios han sido fijados por el Estado, pero en todo caso, se ha observado el gran impacto que han tenido las políticas adoptadas sobre la rentabilidad del productor. En el período 1968-72 la meta de la política económica en Uruguay fue la de abatir la inflación y esa política tuvo una influencia negativa de gran magnitud sobre la rentabilidad agrícola, ya que los productos agrícolas tienen gran peso en la canasta del consumidor. En varios rubros se observaron rentabilidades negativas en ese período.

El comercio exterior de productos agrícolas también ha influido mucho, pues cuando hubo necesidad de importar productos los precios subieron, y consecuentemente, la rentabilidad.

**7. Miguel Cetrángolo.** Las posibilidades de diversificar la producción permiten trabajar con menores riesgos. Así en países de gran superficie como Argentina y Brasil, el riesgo asociado con la producción agrícola se puede reducir relativamente al diversificar la producción.

A nivel de productor sucede lo mismo y su actitud frente al riesgo puede cambiar al cambiar su disponibilidad de recursos.

**8. Arnaldo Veras.** La inclusión del riesgo en la evaluación puede llegar a variar las decisiones con respecto a la selección de proyectos. Por ejemplo, es posible que si se hubiese incluido el riesgo en la consideración de los proyectos de desarrollo del nordeste brasileño, el paquete de proyectos finalmente seleccionados hubiese hecho más hincapié en proyectos agrícolas.

El riesgo en su aspecto dinámico debe ser tenido en cuenta en las evaluaciones ex-ante y ex-post de los proyectos. Muchas veces es inevitable y eso debería haber sido previsto de antemano.

Hay variables que son críticas y deben considerarse los riesgos asociados a ellas en el proceso de diseño del proyecto. La falta de conocimiento de la tecnología por parte de los productores es un ejemplo que puede comprometer la buena marcha de un proyecto al determinar una baja tasa de aceptación.

**9. Roberto Casás.** Es necesario tener en cuenta la tasa de adopción de las tecnologías generadas en la investigación, pues este es uno de los riesgos más importantes en este proceso.

Es importante identificar los factores que condicionan a los productores a tomar decisiones, de lo contrario se corre el riesgo de que las medidas de política de fomento de la tecnología sean explicitadas muy tarde en el ciclo productivo y fallen en inducir al productor a adoptarla.

**10. Hernán Tejeda.** La fuente de información sobre distribuciones de probabilidades objetivas es escasa, ello no justifica detener el trabajo de investigación, pero hay que tratar de aumentar la objetividad de dichas estimaciones.

Parte del riesgo está asociado a elementos físicos fácilmente objetivizables. La agronomía evoluciona hacia una orientación que considera cada vez más los factores estocásticos.

A nivel de la región hay un esfuerzo importante por generar datos físicos, esos datos deberían contener el cálculo del riesgo para poder ser útiles a los economistas. Al planear los proyectos de investigación habría que formar equipos entre especialistas en los aspectos físicos y economistas que sean capaces de indicar cuales son los datos útiles a recabar para el análisis económico.

**11. Eustaquio Costa.** El riesgo a nivel del productor es alto en muchos proyectos de interés social. El gobierno debería votar fondos para cubrir dicho riesgo cuando esos proyectos integran áreas estratégicas.

Esa necesidad de que el gobierno asuma el riesgo o parte de él justifica la consideración del riesgo por parte del Sector Público.

## **CAPITULO VIII**

**EL CAMBIO DE PRECIOS RELATIVOS EN LOS PROYECTOS**





## VIII. EL CAMBIO DE PRECIOS RELATIVOS EN LOS PROYECTOS

Carlos Fletschner\*

Eduardo Trigo\*\*

### A. CONFERENCIA

#### 1. INTRODUCCION

Al operar en una economía de mercado, para establecer las relaciones valorativas entre los distintos bienes, dependemos fundamentalmente del sistema de precios. La concepción al respecto de estos precios no difiere mucho del concepto clásico, y sólo la presencia de las imperfecciones de mercado nos apartan considerablemente de las consabidas teorías utilitarias del valor.

En efecto, definiendo los precios como los valores expresados en unidades monetarias, parece razonable afirmar que los problemas de precios son básicamente problemas de asignación de valor.

Este aspecto merece especial atención en el análisis de proyectos, donde el tema central se reduce al análisis de la rentabilidad de los mismos. Para realizar los cálculos de rentabilidad económica se comparan costos y beneficios relacionados al proyecto, lo que a su vez requiere la asignación de valores a los diversos componentes del esquema.

El problema así enunciado parece sencillo, pero en los proyectos agrícolas frecuentemente encontramos dificultades en asignar estos valores debido a las siguientes causas:

— salvo casos especiales en que se actúa en forma de monopolio o con un decidido proteccionismo, en general, el proyecto tiene poco control sobre los precios de los productos que compra o que vende, y por tanto estos precios deben ser considerados como dados;

— existe una considerable diferencia entre los montos de los flujos financieros de ingresos y egresos, y los valores económicos o socioeconómicos que normalmente se asignan al proyecto. Además de la diferencia entre valuación privada y social debe considerarse que en los proyectos con algún grado de agregación existen numerosos costos y beneficios indirectos que también afectan a los precios;

— por lo regular es factible calcular de una manera relativamente objetiva los valores de las variables socioeconómicas que ocurren en el presente, pero como los proyectos normalmente se desarrollan durante un período largo de tiempo los valores considerados deben ser ajustados en relación a la variable tiempo;

— al correr de los años diversas causas afectan de una manera diferencial los múltiples componentes de los precios y en consecuencia el valor relativo de cada una de estas variables puede variar en proporciones diferentes;

— la fluctuación no perfectamente correlacionada de estas variables sin duda afecta la rentabilidad de un proyecto, exigiendo por tanto la consideración de reservas o previsiones sustanciales que reducen la rentabilidad en la etapa de cálculos, y que posteriormente exigen la realización de ajustes periódicos en la composición de insumos y productos hasta llegar a una nueva relación más favorable entre insumos, entre productos y entre insumos y productos.

---

\* Economista, Ph. D. Especialista en Comercialización Agrícola, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas - OEA, Buenos Aires, Argentina.

\*\* Licenciado en Administración, Ph. D. Escuela para Graduados en Ciencias Agropecuarias, Dpto. de Economía, INTA, Castelar, Argentina.

No obstante, debe señalarse que en los estudios de factibilidad los cálculos de valoración no son un fin en sí mismos sino que constituyen un paso importante para medir en forma sistemática la mayor parte de los aspectos cuantificables del problema. Con esto se trata de reducir las apreciaciones subjetivas realizando cálculos sistemáticos con valores más objetivos, que pueden proporcionar un marco de referencia operativo y no alejado de la realidad.

## 2. PRECIOS DE EQUILIBRIO Y CAMBIOS EN EL EQUILIBRIO

Considerando por el momento que los precios están dados por el mercado, es útil analizar los factores genéricos que pueden alterar dichos precios.

Las alteraciones pueden venir por parte de la demanda o de la oferta en forma simultánea o sucesiva, con variados períodos de respuesta y ajustes.

La demanda actual y potencial está determinada básicamente por el nivel de ingresos, las preferencias del consumidor y el número de demandantes que componen "el mercado". Los tres factores tienen características propias:

- los ingresos crecen o no, pero es difícil precisar una tasa ya que ingreso es un factor derivado de otros, como ser acumulación de capital, comercio exterior, financiamiento interno e internacional, etc;
- las preferencias de los consumidores en el caso de los alimentos y productos agrícolas están fuertemente influenciadas por los precios relativos de sustitutos, otro factor no conocido para el futuro;
- el número de demandantes también suele variar, no sólo por el crecimiento vegetativo sino como consecuencia de las políticas más o menos agresivas empleadas.

A su vez, la oferta tiene sus oscilaciones propias e independientes de la demanda. En el caso de los proyectos agrícolas la contribución porcentual que puede hacer un proyecto a la producción total generalmente es muy pequeña, salvo que se trate de producciones de tipo exclusivo ya sea por las características del producto o por la época de producción.

El nivel de oferta presente y futura está influenciado por el costo de los factores, los desarrollos tecnológicos y las decisiones individuales de los productores:

- en el caso de costos de factores interesa el nivel de precios de los diversos insumos tanto en el sentido absoluto como en relación con el precio de los productos, ya que ambos afectan el cálculo económico;
- los desarrollos tecnológicos determinarán cambios en la combinación de menor costo relativo (en conjunción con el punto anterior), pero además puede inducir una mayor producción al ofrecer nuevas oportunidades;
- las decisiones individuales son fundamentales en cualquier sistema, excluyendo los de rígida planificación centralizada. Debe destacarse que en este caso no sólo influye la información sobre el presente sino las expectativas, ya que los productores al enfrentarse a un futuro sobre el cual tienen información muy limitada, basan sus decisiones en experiencias pasadas y métodos empíricos muy particulares.

## 3. EL PAPEL DE LOS PRECIOS EN LOS PROYECTOS

Una breve revisión de la literatura genérica y de los manuales sobre preparación y evaluación de proyectos revela que existe un variado tratamiento sobre el problema de qué precios utilizar en el análisis.

Los temas incluyen discusiones sobre el uso y las ventajas de utilizar diferentes tipos de precios calculados para el proyecto en relación al uso de los precios observables en el mercado, y además, se analizan otros rubros que pueden servir de patrones de comparación tales como la tasa de interés, el valor del trabajo o el precio de las divisas.

La introducción del tiempo en el análisis necesariamente extiende la discusión acerca de los precios y su rol dentro de los proyectos más allá del problema de qué precios considerar, para volcar la atención hacia los cambios que pueden ser esperados en los mismos con el correr del tiempo.

En este sentido el proyectista no necesita prestar atención a posibles movimientos en el nivel general de todos los precios, tales como los derivados de inflaciones o deflaciones, ya que estos cambios

- a. no alteran la relación de costo - beneficio, y
- b. no se conoce sino en teoría la posibilidad de cambios en nivel general con relaciones inalteradas.

Sin embargo, los cambios en los precios relativos tienen una influencia determinante sobre el mérito del proyecto, ya que la relación de costo - beneficio no es otra cosa que una compleja relación entre precios relativos. Asimismo, aspectos internos al proyecto tales como mezclas de producción, tecnologías utilizadas, ritmos de desarrollo, etc., dependen de relaciones de precios relativos de productos, insumos e insumos y productos.

En estas páginas se pretende analizar algunos de los problemas que presenta la determinación de expectativas de cambios de precios y su incorporación a la preparación y evaluación de proyectos. Para esto primeramente se observan los aspectos conceptuales del problema en los distintos tipos de proyectos, y luego se trata de analizar algunas alternativas de solución a dichos problemas.

#### 4. LA MAGNITUD DEL PROBLEMA

Desde el punto de vista del análisis de proyectos conviene distinguir entre dos tipos de variaciones en los precios de un bien determinado.

- variaciones circunstanciales o fluctuaciones más o menos erráticas, y
- variaciones en el nivel medio del precio, alrededor de las cuales se producen las fluctuaciones anteriores.

Las variaciones circunstanciales de tipo coyuntural por lo general son de menor importancia en el mediano y largo plazo, tendiendo a reducirse de manera significativa e incluso a compensarse. Por tanto, en este caso al proyectista le interesa más el segundo tipo ya que éste servirá para la determinación de precios relativos.

También es conveniente distinguir dos tipos de proyectos en el área agrícola:

- proyectos en que las decisiones se toman en forma centralizada y en cierta manera independiente de lo que ocurra con los precios individuales;
- proyectos en que las decisiones se toman en forma descentralizada y dependiente de lo que ocurre con los precios.

En los proyectos del primer tipo, pequeños errores en la apreciación de cómo se comportarán los precios en el futuro inmediato, o mejor dicho durante el período de evaluación, sólo ocasionalmente afectarán en forma directa al proyecto en sí mismo\*. En este tipo de proyectos los precios juegan un rol ex-ante

---

\* Debido a la rigidez institucional y a la falta de un organismo de evaluación permanente de los proyectos ejecutados o en ejecución, se observa que en general una vez tomada la decisión de realizar un proyecto, las obras continúan aunque se produzcan cambios en los precios relativos y consecuentemente varíe la rentabilidad del proyecto.

en la definición de la viabilidad o rentabilidad del mismo, pero una vez decidida la realización del proyecto la implementación es autónoma, y en este caso cabrá solamente analizar las alternativas de producción o utilización dados los nuevos precios relativos.

Tomemos por ejemplo un proyecto que involucra el desarrollo de infraestructura de riego. La consideración de la evolución de los precios será en este caso importante durante el período de preparación y evaluación del proyecto en aspectos tales como la determinación del ritmo de incorporación de tierras, relación de uso de otros insumos, composición de productos a producir, etc., es decir, la determinación de los beneficios y costos de la inversión y a partir de ellos su rentabilidad.

Una vez determinada la rentabilidad y decidida la realización de la inversión, sólo serán tomadas en cuenta las variaciones en aquellos precios relativos que afectan los costos directos y la rentabilidad general del proyecto. Toda otra variación, en particular las referidas a las decisiones de producción en las áreas a incorporar como consecuencia del proyecto, no afectará al proyecto de inversión - la infraestructura de riego - en sí mismo aunque sí a sus resultantes, siendo posible que una re-evaluación ex-post del mismo determine, en base a nuevas relaciones de precio, su no viabilidad o la necesidad del uso de alternativas al esquema adoptado.

Este problema se puede visualizar en la actualidad en la Argentina, donde se desarrolló en la última década un importante conjunto de proyectos de infraestructura de riego en áreas con básicamente las mismas posibilidades de producción desde el punto de vista agronómico, tomando para cada proyecto en particular las relaciones de precio vigentes al momento y proyectándolas como válidas para el período de producción de las áreas. Estas relaciones variaron sustancialmente, en parte como consecuencia de la convergencia de los distintos proyectos, determinando que los esquemas de colonización y producción de las áreas resultaran inadecuados con los consecuentes costos económicos y sociales asociados.\*

En síntesis, errores en la evaluación al momento del diseño y evaluación del proyecto probablemente no afecten el ritmo de ejecución del proyecto en términos del componente inversión del mismo, pero sí pueden tener efectos negativos sobre la rentabilidad en la etapa de producción.

Dentro de los proyectos ubicados en el segundo grupo se encuentran aquellos en que las decisiones relativas al mismo se toman descentralizadamente a nivel de lo que podríamos considerar los "beneficiarios" del proyecto. Ejemplo de este tipo de proyectos son los proyectos de crédito agropecuario y en gran medida todos aquellos relacionados a la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías.

En este tipo de proyectos la evolución de los precios adopta un rol sustancialmente distinto al del caso anterior, ya que aquí el desarrollo del proyecto no dependerá solamente de lo correcta que haya sido la predicción de la evolución de los precios sobre la cual se haya diseñado el proyecto, sino que además dependerá de la visualización que de la misma tengan quienes toman las decisiones y de cómo este proceso decisorio se desarrolle.

En estos proyectos no se trata solamente de incorporar al diseño del mismo el correcto derrotero de los precios (tanto en valores absolutos como relativos) sino de tomar en cuenta asimismo cuáles son, para cada período, las expectativas que los productores se forman acerca del nivel futuro de los precios. Dentro de un esquema estático los productores adecúan su estructura productiva a los precios relativos vigentes en la economía, profundizando el uso del factor fijo hasta el punto en que el precio de mercado de cada factor variable iguale el valor de su productividad marginal, adoptando al mismo tiempo la tecnología rentable y disponible a dichos precios.

---

\* Dentro de los efectos negativos deben contarse no sólo aquellos directamente relacionados a los esquemas de producción, tales como los tamaños "óptimos" de las chacras sino también los efectos sobre ciertas obras de infraestructura complementaria, especialmente en el área de comercialización de los productos involucrados, los que al no preverse problemas de mercado - bajas en los precios - son dejados de lado por su baja rentabilidad. La única solución a este tipo de problemas aparece en la evaluación de dichos proyectos a partir de un esquema centralizado que permita la incorporación de los efectos resultantes de la interacción entre distintos proyectos dentro de una misma área.

Sin embargo, desde el punto de vista de un análisis de proyecto el tiempo debe ser tomado en cuenta dentro del mismo, determinando que los precios sean una variable del esquema más que un dato como en el caso estático.

Conocidas las relaciones técnicas entre insumos y productos, el empresario maximiza el valor actual de los beneficios netos dados los precios de productos e insumos que espera rijan en el futuro. A partir de esta aproximación queda clara la necesidad de introducir proyecciones de la futura evolución de los precios relativos en el análisis de estos proyectos. La no consideración de la misma, o lo que es lo mismo el uso de la relación presente con algún ajuste en base a las tendencias, introduce una seria distorsión que puede afectar los resultados del proyecto.

Pasando a la visualización que los productores tengan de cuál será el futuro derrotero de los precios - las expectativas de los productores acerca del nivel futuro de los precios - éstas parecen en general centrarse alrededor de un "valor normal esperado" más que sobre un valor exacto y en función de los precios pasados.

En síntesis, dentro de este tipo de proyectos, las proyecciones de precios deben ser incorporadas como un primer paso o como punto de partida para el desarrollo de un modelo de expectativas de los entes que toman las decisiones. Estas desarrollarán la proyección a utilizar ya que desde el punto de vista de evaluar el accionar del proyecto interesa principalmente cuál es la visualización que tengan quienes participan en el proyecto respecto a las variables más importantes.

Finalmente y a manera de resumen los efectos de las variaciones futuras en los precios sobre los resultados de la preparación y evaluación de un proyecto se podrían sintetizar en dos categorías, materializables en cualquiera de los tipos de proyectos analizados. Dichos efectos son:

- efectos sobre la meritoriedad o rentabilidad del proyecto;
- efectos sobre la estructura interna del proyecto.\*

Dentro de los del primer tipo se incluyen aquellos cambios en la estructura de precios que afectan la relación beneficio - costo del proyecto, o sea la decisión de su realización o no. La magnitud de este tipo de efectos depende de las características del proyecto y de la importancia que los criterios de preteroriedad tengan en la decisión de implementación del proyecto.

Los efectos sobre la estructura interna del proyecto se refieren principalmente a los aspectos de diseño del mismo, es decir la determinación, por ejemplo, de la estructura y planes de producción - mezcla de productos, tecnología, tamaño de chacras - en los proyectos de colonización, tecnologías y planes de extensión en los proyectos de crédito agrícola, etc. Asimismo, ciertas decisiones referidas a acciones complementarias al proyecto en sí mismo se verán afectadas al no ser evaluadas sobre base realista, proyectando nuevas fuentes de distorsión durante la fase de implementación.

## 5. ALGUNAS ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DEL PROBLEMA

De la discusión desarrollada en el apartado anterior surge con bastante claridad la necesidad de incorporar al análisis de proyectos, sea cual sea su tipo, las expectativas de variación en los precios relativos durante el período del proyecto, de manera de tomar en cuenta en la preparación y evaluación los ajustes que se generen en dichas variaciones. Analizaremos ahora los problemas que dicha incorporación plantea y qué alternativas de solución a los mismos existen.

El problema en términos generales se reduce a la determinación del derrotero de cada uno de los precios del proyecto con referencia a un nivel general de precios. \*\*

\* Ambos efectos no son necesariamente independientes.

\*\* Como ya se enunciara, las variaciones que afectan a todos los precios en conjunto, como los procesos inflacionarios o deflacionarios pueden ser excluidas ya que no afectan las relaciones internas de precios.

La alternativa de máxima para esta tarea es el desarrollo de proyecciones basadas en modelos formales de predicción de precios. Sin embargo, un breve análisis de las características y limitaciones que estos modelos presentan determina que esta alternativa no puede ser considerada como realista.

En primer lugar, desde el punto de vista metodológico, el área de predicciones y pronósticos de precios se presenta en términos generales como relativamente compleja y de escasa efectividad para períodos más allá del futuro inmediato, es decir tres o cuatro años. Esto se debe fundamentalmente a la complejidad de los sistemas dentro de los cuales se generan las variables a predecir y al intrincado esquema de interrelaciones del sistema económico con el resto de los subsistemas que componen el todo social. A partir de esto es necesario desarrollar complicados modelos conceptuales que reproduzcan el comportamiento económico, y al mismo tiempo determinar los valores de ciertas variables totalmente exógenas al mismo - variables de interconexión entre los subsistemas económicos, políticos, sociales, etc., - lo que hace improba la tarea de predecir los niveles futuros de precios y sus fluctuaciones. Asimismo, es importante tener en cuenta que los modelos formales se desarrollan a partir de situaciones estructurales históricas, lo que agrega desde el punto de vista de su utilización para determinar el derrotero futuro de los precios una nueva limitación, tal es el hecho que en general el origen de una gran variedad de proyectos se encuentra precisamente en el objetivo básico de la transformación de dichas situaciones estructurales.

En segundo lugar, y desde el punto de vista pragmático, se presenta la limitación en cuanto a la disponibilidad de información con la que se enfrenta el evaluador de proyectos.\*

Una alternativa a la utilización de proyecciones específicamente desarrolladas para el proyecto en cuestión la constituye el uso de proyecciones efectuadas para otros proyectos o de carácter general para toda la economía del país o de un sector en particular. Esta vía no aporta una solución de carácter general a nuestro problema ya que dependerá de las características y necesidades de cada proyecto, tanto en términos de qué precios sea necesario proyectar como desde el punto de aceptabilidad de dichas proyecciones dadas las condiciones particulares que enfrenta el proyecto en cuestión.

Finalmente, las proyecciones basadas en el comportamiento histórico de los precios no aparecen como una alternativa de carácter general, ya que adolecen de mecanicismo en lo metodológico y se basan en un peligroso supuesto de permanencia estructural frente a situaciones en las que, como ya plantearamos arriba, la transformación estructural es el objetivo básico.\*\*

En síntesis, ninguna de las alternativas analizadas puede ser tomada como esquema genérico para el tratamiento de la cuestión que nos ocupa. Sin embargo, dada la importancia de la misma, su consideración no puede ser obviada en un correcto proceso de preparación y evaluación de proyectos. Por esta razón pasamos a proponer, para su discusión, un esquema de tratamiento del problema basado fundamentalmente en la idea del desarrollo de análisis de sensibilidad sobre los resultados del análisis del proyecto obtenidos a partir de las relaciones de precios actuales o promedios de determinados períodos históricos. Dentro de este esquema la cuestión fundamental radica en la determinación, para cada precio, de los niveles de variación sobre los cuales desarrollar el análisis de sensibilidad.\*\*\*

---

\* A la falta de información de carácter general o global debe agregarse el hecho de que aún en los casos de que se cuenta con la información a nivel del país, se carece de la información al nivel del proyecto lo que determina como única posibilidad el desarrollo de modelos de tipo general que no necesariamente reproducen las condiciones presentes y futuras que deben enfrentarse al nivel del proyecto.

\*\* Si bien en términos generales este tipo de proyecciones aparece como de escasa utilidad, en algunos casos tales como el de los precios con comportamiento cíclico, las mismas aportan información valiosa como complemento de cualquier método de ajuste que se adopte, específicamente en lo referido a estado del ciclo en que el proyecto se comienza a implementar, amplitud de los mismos, etc.

\*\*\* De dicho análisis debería surgir la estabilidad tanto de la evaluación del proyecto como del diseño del mismo en lo referido a mezcla de productos, tecnologías empleadas, etc.

Tres son los aspectos principales que deben ser tomados en cuenta en la determinación del tipo y magnitud de las variaciones a considerar en el análisis:

- qué precios deben ser ajustados.
- cuál es el origen de las variaciones esperadas en los precios.
- de qué magnitud son dichas variaciones esperadas.

Con respecto a los precios que deben ser ajustados de manera que el análisis tome en cuenta sus posibles variaciones, no es posible determinar una regla de carácter general ya que el tipo de precios variará significativamente dependiendo del tipo de proyecto de que se trate y del enfoque que se adopte para su análisis. Sin embargo, se puede adelantar que el ajuste por expectativas de cambio no necesita ser encarado sobre el conjunto completo de precios considerados dentro del proyecto sino solamente sobre aquel subconjunto de precios más relevantes o de mayor impacto sobre los resultados del análisis.

El análisis del origen de las variaciones permitirá por un lado determinar la dirección esperada de la misma y por otro el grado de predictibilidad que ésta pudiese tener. En cuanto a una clasificación de los orígenes de variaciones, siempre refiriéndonos a las que afectan el nivel esperado de precios, muchas son las alternativas. A los efectos de esta discusión proponemos dividir los orígenes en:

- endógenos al sistema económico;
- exógenos al mismo.

Las del primer tipo pueden a su vez ser divididas en: a) con causa en el propio proyecto; y b) independientes al proyecto. Dentro del primer grupo se incluyen aquellas variaciones que se originan a consecuencia de la implementación del proyecto, como puede ser una sustancial alteración en la oferta (o demanda) de un determinado producto (o insumo). En el segundo grupo se incluyen las variaciones resultantes de cambios en las condiciones económicas generales sobre las cuales el proyecto en cuestión no tiene sino un efecto mínimo, por ejemplo aumentos en la productividad general de la economía, maduración de grandes proyectos de inversión en infraestructura, tales como caminos, obras de energía, etc. Finalmente, las variaciones exógenas a lo económico son aquellas originadas "fuera" del sistema económico, como por ejemplo los precios políticos, etc. \*

La determinación de las magnitudes de las variaciones esperadas plantea un problema diferente al de la dirección de las mismas ya que, salvo la información referida al comportamiento histórico de los precios, en general no se cuenta con datos que permitan un análisis objetivo de dichas expectativas de variación. Una solución pragmática a este problema es la de desarrollar, a partir del comportamiento histórico de la variable, coeficientes de variabilidad o distribuciones de frecuencia que nos permitan fijar, sobre bases históricas, límites de variación posible.

A partir de la consideración de estos aspectos se podrá lograr un cuadro de variaciones esperadas para los precios más relevantes del proyecto, y sobre los cuales se desarrollará el análisis de sensibilidad.\*\*

En términos generales este esquema permite la consideración del problema, aunque de ninguna manera se puede plantear como alternativa más allá de una respuesta pragmática a un problema de difícil solución y que raras veces es considerado en la evaluación de proyectos en toda su magnitud.

---

\* El análisis del origen de las variaciones permitiría, de ser encarado con un criterio activo como contrapuesto al de mera recolección de información para la proyección de precios, la propuesta como parte integrante del proyecto de mecanismos que tiendan a eliminar las variaciones. Estos aspectos son de particular importancia en aquellas variaciones de tipo cíclico o generadas en comportamiento de telarafa tan comunes en el caso de los productos agropecuarios.

\*\* El esquema puede ser aplicado sobre la base de variaciones de precios tomados individualmente o directamente tomando las paridades más importantes dentro del proyecto. La diferencia entre una y otra radica solamente en la complejidad del análisis de sensibilidad a desarrollar.

## 6. CONCLUSIONES

Si bien se ha destacado la importancia de los cambios en los precios relativos en los proyectos, es poco lo que se ha avanzado en la tarea de cuantificarlos.

Se considera que los enfoques dados a la mayor parte de los proyectos se basan en apreciaciones subjetivas, y por tanto, son susceptibles de críticas. Sin embargo, es difícil señalar una solución operativa de uso general que difiera substancialmente de las que los proyectistas están empleando actualmente.

La dificultad principal radica en la debilidad de los modelos más conocidos para predecir el desarrollo futuro de los precios en economías donde coexistan imperfectamente precios de mercado y precios administrados exógenamente.

## 7. BIBLIOGRAFIA

1. **GITTINGER, J. PRICE.** Análisis económico de proyectos agrícolas. Editorial Tecnos. Madrid, 1974.
2. **HARBERGER, ARNOLD.** Estudio de la literatura sobre el análisis de Costo - Beneficio.
3. **NACIONES UNIDAS.** Analysis and Projections of Economic Development. Naciones Unidas. Nueva York, 1955.
4. \_\_\_\_\_ Formulation and Economics Appraisal of Development Projects. Naciones Unidas. Nueva York, 1950.
5. \_\_\_\_\_ Pautas para la evaluación de proyectos. Naciones Unidas. Nueva York, 1972.
6. **U. S. INTER AGENCY COMMITTEE ON WATER RESOURCES.** Proposed Practices for Economic Analysis of River Basin Projects. G. P. O. Washington, 1958.



## B. COMENTARIOS

**1. Emilio Montero** — No es difícil reconocer la importancia del problema que conlleva el cambio de precios relativos en la elaboración y evaluación de proyectos. Mi primera observación es subrayar que además del efecto que la alteración de precios relativos tiene en la rentabilidad, es factible esperar modificaciones en la propia estructura del proyecto. El cambio en los precios relativos tenderá a reflejarse en las decisiones de las unidades de producción y por lo tanto, en la implementación final de los proyectos; tal vez lo que se previó como producción de leche, termine siendo producción de terneros de cría y vacas de engorda; lo que se pensó sería cultivo de remolacha se implemente como cultivo de oleaginosas, etc. Algo similar puede decirse de los cambios de precios relativos en los insumos; proyectos en que se incluye mayor uso de maquinaria pueden transformarse en otros de mayor intensidad de trabajo animal o, uno que considere uso de fertilizantes puede transformarse a nivel de unidad de explotación en uno de mayor uso de materia orgánica natural que incluso haga variar las rotaciones culturales y por ende, modifique totalmente las previsiones a nivel de establecimiento.

Estos efectos podrán apreciarse principalmente en proyectos de riego y colonización. En estos últimos podrán tener mayor trascendencia ya que la determinación de las nuevas unidades económicas suelen ser calculadas usando como criterio principal para la determinación de tamaño, la obtención de un ingreso a ser logrado mediante combinaciones de rubros establecidas a partir de niveles de precios dados. También se observan en proyectos de crédito en que si los recursos no son factibles de ser utilizados con suficiente flexibilidad, una modificación importante de los precios relativos de productos o insumos puede impedir el desarrollo del proyecto. Por lo tanto, los posibles cambios de precios relativos constituyen un argumento adicional para la flexibilidad que debe caracterizar a los proyectos agrícolas.

Una segunda observación. Me formé la impresión que el autor resta importancia al efecto que un proyecto pueda tener en la producción total y por ende, en los precios. Pienso que esta afirmación puede tener valor a nivel global pero no a nivel de la localidad en que se desarrolla el proyecto, en la cual no muy grandes variaciones de oferta pueden ocasionar importantes modificaciones en los precios, principalmente en proyectos no integrados en que falten adecuadas consideraciones de aspectos tales como facilidades de transporte, conservación de productos y otras funciones de comercialización. En relación a este punto, me permito resaltar la importancia de un organismo de planificación o de un mecanismo centralizador que evalúe y controle la implementación de todos los diferentes proyectos agropecuarios en un país o región, con el objeto de servir de estación de alerta, ante la posible necesidad de suspender o modificar uno o varios proyectos que incluso ya puedan estar en marcha pero cuya rentabilidad haya cambiado por modificaciones importantes en los precios previstos.

Una última observación. Si bien es fácil señalar el problema y resaltar su importancia, no sucede lo mismo con las soluciones, principalmente con el tipo de informaciones de que disponemos y de las que razonablemente podremos disponer en el corto plazo. Los cambios en los precios relativos, constituyen un caso más de riesgo e incertidumbre para cuyo tratamiento no parece haberse consolidado una metodología particular. Nada tenemos que agregar a la síntesis de enfoques predominantes presentados anteriormente, como no sea señalar la conveniencia de que los análisis de las variaciones históricas se hagan a nivel local entre productos competitivos, entre insumos sustituibles y entre productos e insumos para tratar de definir valores del tipo de elasticidad cruzada que en ensayos de simulación pudiesen aplicarse a diferentes niveles de precios. Paralelamente, podría intentarse a través de estudios de Administración Rural, definir a qué niveles de cambios en los precios relativos, los productores toman por un lado, la decisión de modificar la selección y combinación de rubros y por otra parte, la decisión de efectuar cambios tecnológicos. En todo caso, debería definirse la duración del plazo en que un determinado cambio en los precios relativos se mantiene para reflejarse en una modificación de las decisiones de los productores.

**2. Gilberto Bampi** – Quisiera señalar, inicialmente, que mis comentarios se orientarán en el sentido de enfatizar la necesidad de los proyectistas de actuar en base a investigaciones e investigaciones más profundas sobre el sector agropecuario y sus relaciones intersectoriales, intentando lograr una mayor integración institucional entre las tareas del proyectista y del planificador.

Esta colocación inicial parte del principio de que en nuestros países se ha logrado avanzar en las técnicas de evaluación de proyectos - sea a través de la experiencia de algunas instituciones en el desarrollo de técnicas modelísticas más ambiciosas, sea a través de metodologías de organismos internacionales de financiamiento - sin la debida atención en la mejoría de la organización institucional para integrar los esfuerzos, sea para detectar las mejores oportunidades de inversión en proyectos de desarrollo agropecuario, sea para aumentar la disponibilidad de informaciones y/o investigaciones indispensables a las tareas de preparación y evaluación de Proyectos.

Sin quitar el papel relevante que tienen los perfeccionamientos metodológicos en la búsqueda de lograr una mejora cualitativa en la evaluación de proyectos de la cual el trabajo de hoy por la mañana es un ejemplo importante (El tratamiento del riesgo y de la incertidumbre en la evaluación de proyectos) - me permitiría señalar algunas líneas de investigación que, a mi juicio, son de suma relevancia para tratar la evaluación ex-ante de proyectos, investigaciones estas que deben ser desarrolladas desde el punto de vista de una mayor integración entre las tareas del proyectista y el planificador.

Ya que este Seminario trata de la evaluación de proyectos de desarrollo agropecuario, con énfasis en programas de investigación, me permitiría señalar las investigaciones que serían relevantes, particularmente en relación a los problemas que plantea, en la preparación y evaluación de proyectos, la determinación de expectativas de cambio en los precios relativos.

La conclusión final del trabajo del Dr. Fletschner, que trate específicamente del problema de que "la dificultad principal", para la evaluación ex-ante de proyectos, radica en la debilidad de los modelos más conocidos para predecir el desarrollo futuro de los precios, en economías donde existen condiciones de mercado imperfecto - sugiere un comentario en este sentido.

Esta afirmación permite enfatizar la necesidad de los proyectistas de contar no sólo con los estudios de mercado regional, nacional e internacional, basados en proyecciones de oferta y demanda y evolución de precios, sino también con otros estudios globales y sectoriales para tratar de disminuir el grado de incertidumbre en cuanto al comportamiento de los precios futuros para una evaluación más objetiva de proyectos agropecuarios.

Si el proyectista no identifica cuál es el origen de las variaciones de los precios, no estará haciendo nada más que olvidar la consideración de la dinámica de desarrollo como marco de referencia más global de dichas economías.

En algunos países latinoamericanos como Brasil, Argentina y México - que lograron alcanzar una etapa de desarrollo industrial, mismo que retrasado y dependiente en relación a los países de economía madura - los problemas que se plantean, desde el punto de vista del mercado de productos e insumos agropecuarios, están íntimamente relacionados con la dinámica del sector urbano-industrial, lo cual es el sector estratégico en el proceso de desarrollo. El sector industrial es el que da la dirección de todo el proceso de crecimiento económico de estos países, haciendo que el sector agropecuario se ajuste a sus exigencias de crecimiento. Esto significa que el "papel" que se asigna al sector agropecuario en el proceso de crecimiento económico tiene un carácter complementario y dependiente del desarrollo urbano-industrial. Desde el punto de vista regional, el sector industrial es el que articula regionalmente las economías primario-exportadoras regionales del interior del país.

Análogamente, en las economías latinoamericanas que todavía no lograron superar su condición de economías primario-exportadoras, es precisamente la articulación del sector agropecuario del país con el sector industrial de los países más desarrollados que viabiliza o no su desarrollo.

Por ende, las economías latinoamericanas caracterizadas como economías de enclave, en que la región "moderna" no irradia sus efectos multiplicadores sobre toda la economía, los problemas del desarrollo agropecuario son, todavía, más complejos.

Desde el punto de vista de los países del primer tipo de economía - que lograron alcanzar un grado de desarrollo industrial, mismo que retrasado,- este marco de referencia general plantea la necesidad de desarrollar tres líneas de investigación de suma relevancia en cuanto intento para la búsqueda de informaciones valiosas para la preparación y evaluación de proyectos y programas de desarrollo y, específicamente, para el análisis del comportamiento de los precios relativos en el sector agropecuario.

- La primera línea está relacionada con el análisis de las relaciones intersectoriales de precios de productos e insumos agropecuarios, es decir, el comportamiento de los términos de intercambio entre los dos sectores.

- La segunda línea está relacionada con el análisis de las perspectivas de mercado para productos agropecuarios, y específicamente, de las alteraciones de los precios relativos entre productos.

- La tercera, íntimamente asociada a las dos primeras, está relacionada con el análisis de las medidas de política económica global y sectorial y sus influencias sobre la evolución pasada y futura de los precios de los productos y/o insumos agropecuarios.

En la primera línea de investigación interesa al proyectista contar con las informaciones sobre tendencias pasadas y futuras de las relaciones de paridad (relaciones de intercambio entre sectores), si favorables o desfavorables al sector agropecuario.

Estas tendencias, que tienen un comportamiento de largo plazo, son importantes para determinar la identificación del período a tomar como base para hacer las parametrizaciones en la evaluación de proyectos agropecuarios.

En el caso de Brasil, se identifica que en el período 58/68 las relaciones de paridad fueron francamente desfavorables al sector agropecuario. De 1968 hasta 1974 se invirtió la tendencia debido a la estrategia de desarrollo que combinaba la producción de insumos y máquinas a costos crecientes y el incremento de las exportaciones primarias de la agricultura moderna, pues era imprescindible, dentro del modelo de desarrollo escogido, el aumento de la capacidad de importación de la economía, para satisfacer las exigencias de importaciones de bienes de capital para el sector industrial.

La agricultura de exportación se expandió rápidamente, en bases empresariales modernas, con utilización de insumos y máquinas a costos decrecientes. No obstante haberse puesto en marcha un proceso de rápida modernización del sector, específicamente de las regiones dedicadas al cultivo de productos de exportación o de sustitución de importaciones, amplias áreas dedicadas al cultivo de productos de mercado interno, básicamente donde predomina el sistema de producción tradicional característico de áreas de minifundio, quedaran al margen del proceso de modernización por dos razones: primero porque la producción de alimentos y materias primas baratas para el sector urbano-industrial y la provisión de mano de obra también barata era condición necesaria para el no comprometimiento del ritmo de acumulación de capital del sector industrial; segundo, porque la imposibilidad de acumulación de capital en estas áreas de pequeña propiedad impedía la adopción de moderna tecnología, y por lo tanto se hacía imposible de beneficiarse de la disminución de los precios reales decrecientes de máquinas e insumos modernos provenientes del sector industrial. Todavía, a partir de 1974, empieza a cambiar la tendencia de los términos de intercambio entre los dos sectores. Ningún proyectista medianamente informado desconoce la influencia que continuará teniendo la crisis energética sobre el comportamiento de los precios relativos de productos agropecuarios e insumos provenientes del sector industrial, favoreciendo a este último. Ciertamente el período 73/75 no será un período para proyecciones y/o previsiones de largo plazo, ya que las relaciones en el cuadro mundial están pasando por un período de reajustes. Sin embargo, se puede prever un período de deterioro en los términos de intercambio desfavoreciendo el sector agropecuario en los próximos años y la consideración de esta tendencia y del período más apropiado para tomar como referencia para evaluación de proyectos tiene suma relevancia.

En la segunda línea de investigación propuesta se encuentra la necesidad del proyectista de actuar con base a estudios de mercado, donde se caracteriza, no sólo las posibles alteraciones futuras de los precios relativos sino también las perspectivas de mercado regional, nacional e internacional, considerando **TODOS** los productos ecológicamente adaptados y adaptables a las condiciones generales del país y/o de las regiones del interior del país, para tratar de identificar que rubros de producción son los más rentables bajo estas condiciones.

Estos estudios, posiblemente viables de ser elaborados en oficinas centrales de planificación, son un marco de referencia importante para los proyectistas que pueden más fácilmente identificar ideas de proyectos y oportunidades de inversión en el sector a más largo plazo.

En relación a la tercera línea de investigación propuesta, íntimamente relacionadas con las dos primeras (ya que tales investigaciones son pre-requisitos) está relacionada con las medidas de política económica global y sectorial y sus influencias sobre la evolución pasada y futura de los precios de los productos y/o insumos agropecuarios.

Para aclarar lo que se persigue con esta línea de investigación, me permitiría ejemplificar su utilidad en algunos casos de Brasil, probando como las exigencias del sector industrial, corporificadas en las medidas de política económica, influyeran y seguramente continuarán influyendo sobre el comportamiento de los precios de los productos agropecuarios.

El primer caso es el de la carne vacuna - producto característico de un sistema de producción tradicional - cuyos precios reales aumentaron en 53 % en el período 48/70. No obstante, históricamente, su producción creció a un ritmo inferior al incremento de la población, tuvo sus exportaciones aumentadas en 540 % en el período 68/73, determinando la elevación substancial de los precios internos, debido a la política de incremento de las exportaciones agropecuarias influyentes a partir de 1968, para aumentar la capacidad de importar bienes de capital por parte del sector industrial.

Aunque con la reducción de las disponibilidades de carne vacuna para consumo interno, seguramente se seguirá implementando tal política, no obstante ser elevada la demanda potencial en el mercado interno, lo que resultará en una elevación futura de los precios. Esta previsión encuentra respaldo en dos constataciones: la primera es de que los estudios de mercado sobre carne vacuna indican, con base en proyecciones de oferta y demanda potencial para 1980, que la demanda insatisfecha se deberá situar a un nivel de 500 mil toneladas, para una demanda total de 2.650 mil toneladas, desde que se mantengan los precios en el mismo nivel de 1968. Si se considera la tendencia de los precios y la política de exportaciones observada en el pasado, el consumo efectivo proyectado deberá situarse al nivel de 1.680 mil toneladas y la exportación podría llegar al nivel de 470 mil toneladas.

La segunda constatación es de que los déficits del Balance de Pagos y, más recientemente, de la propia Balanza Comercial, obligará a quienes decidan en términos de Política Económica, a seguir en la Política de exportaciones de carne, reduciendo las disponibilidades para consumo interno, aunque la demanda potencial sea creciente en este mercado, lo que resultará en la elevación substancial de sus precios.

Este incremento en los precios de la carne vacuna, alternando los precios relativos de todas las clases de carne, seguramente permitirá el incremento vertiginoso de la producción de las carnes de aves y pescado, cuya producción reacciona más rápidamente ante estímulos de precios.

Por lo tanto, los estudios de mercado, si por un lado traen ciertas informaciones globales sobre el comportamiento de la oferta y demanda futuras, por otro son insuficientes para indicar el derrotero futuro de los precios. Sólo la consideración de las directrices de la política económica - en cuanto manifestación de los intereses de los distintos grupos sociales ligados a la producción, sea industrial, en primer plano, sea agropecuaria en segundo - puede indicar con seguridad el origen y la magnitud de posibles variaciones futuras en los precios relativos de productos agropecuarios.

Me permitiría citar otros dos ejemplos de Brasil para explicitar que si bien los estudios de mercado son una importante herramienta para la planificación y para la elaboración de proyectos, solo la consideración de la política económica puede disminuir aún más la incertidumbre en cuanto al derrotero de los precios futuros, y, como consecuencia, permitir mayor objetividad en la evaluación de programas y proyectos de desarrollo agropecuario.

El segundo ejemplo es el caso del trigo - producto característico de un sistema de producción moderno - en que la política de sustitución de importaciones del Gobierno Federal, implementada desde 1968, para ampliar la capacidad de importar bienes de capital industriales, implicó la adopción de una política de precios subsidiados, que permitió la elevación substancial de la oferta interna.

Con el agravamiento reciente (1973) del Balance de Pagos, seguramente se seguirá implementando esta política, asegurando a los productores la posibilidad de elevar su producción de 2.000.000 toneladas para 5.400.000 toneladas hasta 1980, con precios seguros y remunerativos.

Si bien esta sea la evolución más reciente y la tendencia futura, si se torna al período 55/68, se observa que la política en relación a este producto fue bien diferente, con repercusiones desastrosas sobre el sector agropecuario.

Se desestimuló la producción interna no solo porque era más barato comprarlo en el mercado externo, sino porque, con los recursos que se destinaban a amortizar las compras externas, con 40 años de plazo, se creó un Fondo con el objetivo de financiar la implantación de la infraestructura rodoviaria para el desarrollo de la industria automovilística.

Con esto no se quiere atribuir ningún sentido valorativo a la política implementada - del tipo, si fue cierta o no - pero señalar que las exigencias del sector industrial son las que deciden que medidas tomar en un dado momento histórico y si se debe implementar una política de precios favorables o desfavorables al sector agropecuario.

Un tercer ejemplo es el caso de los productos que se destinan al mercado interno, característicos del sistema de producción tradicional vigente en las áreas de minifundio. Para el arroz de secano, el poroto (frijoles) y la papa, por ejemplo, por el hecho de ser productos de gran importancia en la canasta familiar de la mayoría de la población, no se puede esperar que los precios evolucionen favorablemente al productor, íntimamente asociado al estilo de industrialización, volcado para la satisfacción de la demanda de un pequeño número de consumidores, detentores de parcela substancial de la renta nacional. Si se recurre al pasado reciente, se puede concluir que fue precisamente la existencia y expansión de áreas minifundiarias, abasteciendo el sector urbano-industrial con alimentos (bienes - salario) y mano de obra baratos lo que permitió un elevado ritmo de acumulación de capital en este sector. De ser así, se puede decir que la multiplicación de la pequeña propiedad, dedicada al cultivo de productos de mercado interno, que se multiplicó en las áreas de frontera agrícola, fue perfectamente compatible con la acumulación de capital industrial, no solo facilitando como también reforzando su tendencia concentracionista, tornando innecesaria, desde el punto de vista del sector industrial, las transformaciones estructurales del sector agropecuario.

Quizás el análisis histórico de como la dinámica general del desarrollo de nuestros países, y específicamente de la dinámica de las relaciones intersectoriales, que determinaran, desde el sector industrial, la articulación de los sistemas de producción tradicionales y modernos vigentes en el sector agropecuario, permitiera tener un marco de referencia para elaboración y evaluación de programas y proyectos futuros, en que se considere las influencias de las medidas de política económica, particularmente las relacionadas con la política de precios, que establecen las condiciones bajo las cuales los beneficiarios toman y van a tomar sus decisiones individuales.

Enfocando el análisis desde el punto de vista de la dinámica del desarrollo de formaciones económico-sociales, regionales, del interior de un país que se caracterizan como primario-exportadoras, tales análisis histórico tienen una trascendental importancia. Desde este punto de vista, sería interesante traer otro ejemplo, en que se caracterizan perfectamente los efectos de política económica, particularmente la políti-

ca de precios, sobre el desarrollo regional, debido a las exigencias del sector industrial, localizado en las regiones más desarrolladas del país.

Volviendo al caso de Brasil, y, específicamente al caso del trigo, se puede decir que los impactos que causaron la política económica nacional para este producto, adoptada en el período 55/73, fueron de tal magnitud sobre la formación económico-social regional que se dedicaba a producirlo y exportarlo hacia las áreas industriales desarrolladas del país que provocaron el estancamiento del proceso de desarrollo agropecuario regional durante varios años (55/68), hasta que revitalizara su modelo primario-exportador en el período 68/74, período este en el cual el sector industrial exigía el aumento de la capacidad de la economía, vía sustitución de importaciones de trigo.

Si se considera que era un producto característico del sistema de producción moderno, desde su introducción en la década del 50, que tenía poder de arrastre sobre toda la formación social regional - dado la escasa dinámica tanto de los sistemas de producción agropecuarios tradicionales como el propio sector industrial local - la imposibilidad de su cultivo, con la implementación de una política de precios desfavorables, acarrió el estancamiento de toda la economía regional de 1955 a 1968. Al revés, la adopción de una política de precios favorables acarrió la revitalización del modelo primario exportador interno regional, con su rearticulación con el polo industrial hegemónico del país.

Retornando por lo tanto a la línea principal del comentario, se quiere caracterizar con estos ejemplos, que, si bien los estudios tradicionales de mercado puedan traer importante contribución para el proceso de planificación y, específicamente, de preparación de proyectos, no se puede dejar de considerar los efectos de la política económica nacional sobre el sector agropecuario, sector dependiente de como se orienta el sector industrial, cuyos intereses son los que cuentan en la formulación de esta política.

Así los proyectistas deben buscar la mayor integración con los planificadores, procurando actuar en base a estudios globales, sectoriales y regionales, enfocados desde el punto de vista de la dinámica general del desarrollo de un país, para, sectorialmente, no sólo identificar ideas u oportunidades de nuevos proyectos, sino también para poder trabajar con un margen de incertidumbre menor en la evaluación e implementación de proyectos de desarrollo agropecuario.

En este sentido, la integración perfecta entre los organismos centrales de planificación y los organismos sectoriales posibilitarían un avance en el sentido de aumentar la eficiencia en la preparación, evaluación ex-ante e implementación de proyectos de desarrollo agropecuario.

**3. Carlos Fletschner** – Plenamente de acuerdo con la idea de que los proyectistas deben estar informados de la política económica de los gobiernos.

Respecto al análisis de la política económica considero que en nuestros países, las políticas de precios no son coherentes con una política global de largo plazo, sino que normalmente responden a las presiones de distintos grupos; lo cual dificulta enormemente la posibilidad de hacer proyecciones ciertas. La dependencia del sector agropecuario del sector industrial complica enormemente el problema; los instrumentos disponibles permitirían realizar una serie de predicciones, pero la inseguridad en la información no permite realizarlas de manera eficiente.

Por lo tanto, la solución en nuestros países podría corregirse en parte con oficinas que además de elaborar proyectos, los evalúen de una forma permanente y de acuerdo a las variaciones en la política de precios en el tiempo. Otra función de esa oficina sería la de coordinar proyectos, ya que las relaciones de precios pueden cambiar por efecto de la implementación de varios proyectos.

**4. Diego Paysee** — Un aspecto no considerado en el trabajo, es la utilización de las estimaciones de variaciones de precios internacionales, efectuadas por organismos internacionales, como el Banco Mundial. Plantea que pueden ser especialmente útiles en países para los cuales ese precio es un dato y no tienen capacidad de incidir en su formación.

**5. Carlos Fletschner** — Considera que si bien pueden ser elementos válidos y manejan más información; no garantizan nada, ya que tienen las mismas limitaciones ya vistas.

**6. Samuel Miragem** — Pregunta si una solución al problema no podría ser la vinculación de las oficinas de elaboración de proyectos con las oficinas de planeamiento, según está implícito en los comentarios de Gilberto Bampí, y a partir de las estimaciones de crecimiento del ingreso per capita, estimar la variación en la estructura de los bienes requeridos por la sociedad y por lo tanto, en los precios relativos.

**7. Carlos Fletschner** — Considera que los precios de los principales productos no se fijan en el mercado libre, sino que son precios administrados. Esto quiere decir, que su fijación es un acto más político que deducido del análisis económico; por lo tanto, el estudio de la oferta y demanda es una guía, pero no un dato seguro.

**8. Martin Piñeiro** — Considera que si bien los precios son administrados, la oferta y la demanda son los elementos vigentes, en la medida que no se trata de economías planificadas, donde se controlan las mismas. Por lo tanto, de los tres elementos vigentes - oferta, demanda y precios - sólo se puede manejar uno: los precios.





## **CAPITULO IX**

**ESQUEMA DE EVALUACION DE RESULTADOS DEL PROYECTO  
INTEGRADO DE DESARROLLO AGROPECUARIO DEL PARAGUAY**



## IX. ESQUEMA DE EVALUACION DE RESULTADOS DEL PROYECTO INTEGRADO DE DESARROLLO AGROPECUARIO DEL PARAGUAY

Ec. Arnaldo Veras,  
Ing. Agr. Gregorio Raidán  
Dr. Ruben Morales Valdez  
Dr. Gilberto Páez  
y colaboradores\*

### A. CONFERENCIA

#### 1. INTRODUCCION

Este documento fue preparado con el propósito de sistematizar un esquema de evaluación de resultados del Proyecto Integrado de Desarrollo Agropecuario del Paraguay. El esquema, por razones varias, no fue implementado; sin embargo, en razón de la precariedad de otros esquemas sistematizados para evaluación de resultados de la ejecución de proyectos agropecuarios, se juzga que el mismo pueda tener utilidad en casos semejantes.

El Proyecto Integrado de Desarrollo Agropecuario del Paraguay fue formulado para lograr los siguientes objetivos generales:

- aumentar la producción y productividad, mediante la acción integrada de las principales instituciones públicas del sector.
- mejorar la capacidad operativa del sistema institucional del sector agropecuario.

Al efecto, fueron formulados Sub-Proyectos cubriendo las siguientes áreas:

- Crédito agrícola
- Tecnificación agropecuaria, compuesta por las siguientes actividades:
  - Investigación agrícola
  - Investigación ganadera
  - Procesamiento y conservación de semillas
  - Producción de reproductores
  - Extensión agropecuaria
- Almacenamiento y comercialización de granos
- Expansión y mejoramiento de la Educación Agropecuaria.

Los objetivos específicos en cada Sub-Proyecto son:

- Sub-Proyecto de Crédito Agropecuario. Incorporar 5.102 nuevos prestatarios y mantener la asistencia crediticia a los productores ya incorporados.
- Sub-Proyecto de Tecnificación Agrícola:
  - Investigación Agrícola. Intensificar la investigación de los productos prioritarios (trigo, soya, algodón, tabaco, poroto, maíz, arroz, sorgo, hortalizas) y desarrollar la investigación económica de los mismos productos.

---

\* Ing. Marciano Brun, Ing. Felipe Barboza, Dr. Eduardo Quiñones, Ing. Hugo Buitrón, Ing. Mario Paz de Barros, Ing. Suetonio Pacheco, Dr. Julio Romero Ortiz.

- Investigación Pecuaria. Fortalecer el Programa Nacional de Investigación Ganadera (PRO-NIEGA), que es el organismo responsable por este campo de investigación.
  - Producción y Procesamiento de Semillas. Fueron establecidas metas físicas de producción para productos seleccionados.
  - Producción de Reproductores. Ampliación de la producción de la hacienda de BARRERITO del Ministerio de Agricultura.
  - Extensión Agropecuaria. Ampliación de las bases físicas de extensión e incorporación de nuevos beneficiarios y capacitación de personal.
- Sub-Proyecto de Almacenaje de Granos. Disminuir pérdidas, ampliar mercados, reducir fluctuaciones de precios y estabilizar mercado, especialmente para trigo, soya y maíz.
  - Sub-Proyecto de Educación Agropecuaria. Formar técnicos de nivel medio, formar prácticos agrícolas y construir y equipar escuelas.

## 2. METODOLOGIA

Antes de la formalización del Proyecto Integrado de Desarrollo Agropecuario del Paraguay (PIDAP) se ha llevado a cabo una evaluación situacional de factibilidad y beneficio esperado de este Proyecto. El criterio utilizado fue el comparativo, de la situación actual del Sector Agrícola y el avance esperado por efectos del mejoramiento de las condiciones de producción. La comparación se realizó al nivel unidad de producción y al nivel de proyecto. El indicador principal utilizado fue la tasa interna de retorno: además se realizó análisis de sensibilidad utilizando alternativas de variación de costos y beneficios.

El sistema de evaluación que se propone ahora considera un conjunto de indicadores económicos y no económicos que permitirá evaluar en forma sistemática los logros del proyecto y su impacto en la economía general, a nivel sectorial y a nivel de los beneficiarios. La evaluación se verificará a la luz de datos observados directamente en el campo, e informaciones de archivos.

Este sistema de evaluación de resultado es una etapa más detallada de un esquema previo preparado por la Secretaría Técnica de Planificación. Es necesario señalar que conjuntamente con el sistema de control físico y financiero que deben realizar los organismos ejecutores, constituye el sistema de evaluación del PIDAP.

Tanto el sistema de evaluación de resultado como los sistemas de control físico y financiero se hallan estrechamente interrelacionados, y en la aplicación de ellos debe haber una coherencia para obtener los resultados esperados de los mismos.

### a. Definición de indicadores

Para el propósito de esta evaluación los indicadores son síntesis algebraicas de variables (cualitativas o cuantitativas). Los indicadores económicos sintetizan variables generalmente del tipo cuantitativo. Los indicadores tecnológicos, asistenciales y sociales son síntesis de variables principalmente cualitativas y se generan por medio de combinaciones de hecho. Estos indicadores reflejan situaciones comparativas y también de relación.

### b. Selección de indicadores

Los principales indicadores seleccionados son los siguientes:

**1) Indicadores económicos:**

- Tasa de retorno al capital
- Valor absoluto del beneficio neto
- Relación producto - capital
- Efectos sobre la balanza de pagos
- Efectos sobre el ingreso fiscal
- Productividad económica de la mano de obra
- Productividad económica de la tierra
- Rentabilidad privada

**2) Indicadores de aspectos tecnológicos**

- Relación producción física/superficie
- Relación producción física/mano de obra
- Relación mano de obra/capital
- Relación producción física/insumo
- Relación entre productividades y grado de uso de insumos
- Índice de insumo físico = frecuencia de Labores preparatorias (arada, rastreo, etc.)
- Índice de insumo biológicos = calidad de semilla, variedad y densidad de siembra.
- Índice de insumos tecnológicos = usos racionales de fertilizantes, insecticidas, y fungicidas, etc.
- Índices de eficiencia de manejo de ganadería.
- Efecto factorial Asistencia Técnica y Asistencia Crediticia.

**3) Indicadores de aspectos asistenciales**

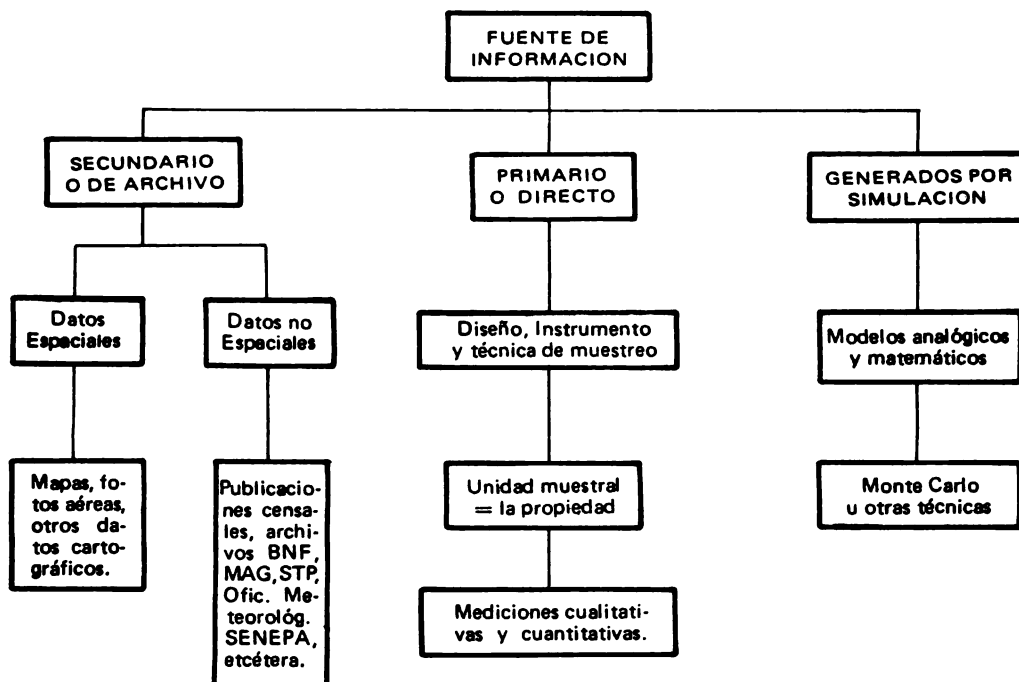
- Frecuencia de asistencia técnica y grado de asimilación
- Adecuación y oportunidades de servicios asistenciales
- Participación en organizaciones campesinas, para la producción y comercialización
- Coordinación inter-institucional
- Organización y sistema de control del PIDAP

**4) Indicadores de aspecto social**

- Calidad de la vivienda
- Disponibilidad de enseres domésticos
- Medios de transporte que utiliza la familia
- Alimentación
- Educación
- Estructura del presupuesto familiar

**c. Recolección de Información**

Los datos pertinentes al problema se obtendrán de dos fuentes principales: datos primarios (obtenidos por muestreo) y datos secundarios (obtenidos de archivos). Se prevé también la posibilidad de generar informaciones por medio de simulación. El siguiente esquema ilustra el modelo sugerido para la obtención de informaciones relevantes al problema.



### 1) Obtención de datos primarios

a) **Unidad muestral:** Para los efectos del presente trabajo se define como unidad muestral la unidad de producción. Este criterio ofrece importantes ventajas sobre el del propietario (comúnmente utilizado), ya que este último puede plantear situaciones ambiguas en el momento de la selección de la muestra; por ejemplo, el caso de un propietario que dispone de varias unidades de operación, dispersas en diferentes lugares que según el criterio propuesto no se tomaría en cuenta, al menos que ellas aparezcan en sorteo independiente. Por otra parte, puede existir la dificultad de discriminar el agricultor de su propiedad ya que también existen divisiones convencionales de la misma a favor de parientes.

De este modo queda definido que la unidad básica que rendirá todas las informaciones pertinentes al problema es la unidad de producción. La unidad de producción se define operacionalmente como la unidad física donde opera y produce el agricultor.

b) **Población y muestra:** En términos muy generales se define la población como el conjunto de unidades de producción agropecuaria; trabajado por pequeños y medianos agricultores. Una clasificación útil de la población es la segregación de la misma en 4 sub-poblaciones: Unidad de producción con asistencia crediticia más asistencia técnica; Unidad de producción con Asistencia crediticia solamente; Unidad de producción con Asistencia técnica solamente y Unidad de producción sin asistencia.

La idea de considerar la combinación factorial 2<sup>2</sup>, de Asistencia Técnica (AT) y Asistencia Crediticia (AC), tiene por objetivo estimar los efectos principales de AT y AC y también la interacción AT x AC que en realidad es el punto fundamental de PIDAP. La estimación de estos importantes contrastes podrá basarse en los indicadores principales, detallados en el cuestionario.

La muestra será obtenida de las 4 sub-poblaciones, probablemente con mayor intensidad de la población del PIDAP que está formada por la primera sub-población.

c) Diseño de muestra: El diseño de la muestra que será utilizado para este estudio es el polietápico, considerando como unidad primaria los departamentos; como unidad secundaria los distritos, como unidad de tercer orden se tomará los cuatro grupos de unidades de producción: grupo que recibe asistencia técnica y asistencia crediticia, grupo de agricultores que recibe solamente asistencia técnica, grupo de unidad de producción que recibe solamente asistencia crediticia y grupo de unidad de producción que no reciben asistencia.

Al nivel primario se fijará la muestra al 100%, es decir se tomarán todos los departamentos. Dentro de cada departamento se seleccionarán al azar el 25% (tentativo) de los distritos. En los casos en que el departamento tenga un solo distrito se tomará este como tal. Aunque la identificación y agrupamiento de las unidades terciarias es un tanto difícil de hacer ya que no se dispone de un listado general de los cuatro grupos de unidades de producción. Sin embargo es posible obtener del BNF (Banco Nacional de Fomento) la lista general de los agricultores que reciben ayuda crediticia; por otra parte es posible obtener del MAG (agencia de extensión) la lista de agricultores con asistencia técnica. El grupo que recibe ambas clases de asistencia se puede conocer por comparación directa de ambas listas; por último los agricultores que no reciben ningún tipo de asistencia se procurarán identificar en el campo con la ayuda del SEAG y otro medio de cada localidad. Este último grupo también podrá considerarse como las unidades de producción en el período inicial, es decir antes del efecto de la asistencia. La unidad de 4o. orden estará constituida por la unidad de producción que será ubicada dentro de cada uno de los tres niveles jerárquicos.

Como una ilustración de la situación actual y la futura, se ofrece el siguiente cuadro que indica la distribución de las 4 sub-poblaciones mencionadas.

INSTITUCION	Cientes actuales	Cientes futuro	TOTAL
B. N. F.	9.700	5.110	14.810
MAG (SEAG)	4.000	13.800	17.800
Diferencia en servicio (MAG - B.N.F.)			2.990

Una estimación del número de agricultores que en este momento reciben ambos servicios podrá encontrarse entre los 1.700 - 2.600. Esta sub-población puede considerarse como una sub-población PIDAP.

Los datos indican que las sub-poblaciones aumentan en tamaño en el tiempo. Esto, hace pensar que el esquema del muestreo podrá contemplar el cambio del tamaño de las sub-poblaciones, o sea que en la

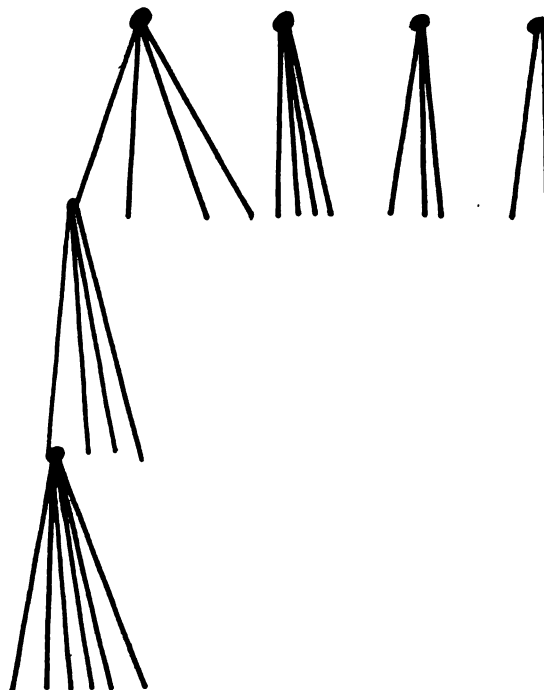
muestra se puede pensar incluir un cierto porcentaje adicional al número inicial a medida que avance la cobertura de los servicios técnicos y crediticios. También existe la posibilidad de considerar simplemente como un criterio de clasificación a los nuevos componentes de la población. Sin embargo es preferible iniciar el muestreo con las sub-poblaciones bien definidas. En resumen, el diseño de la muestra quedaría en la siguiente forma:

Unidad primaria = Departamentos ( $N_i$ )

Unidad Secundaria = Distritos ( $N_{ij}$ )

Unidad terciaria = Tipo de Asistencia ( $N_{ijk}$ )

Unidad 4o. orden = Unidad de producción ( $N_{ijkl}$ )



Al nivel de Departamento y distrito no hay dificultad alguna para la selección de la muestra. En el tercer nivel, al definir los cuatro tipos de unidad de producción (AT + AC), AT, AC y Ninguno; a partir de la lista BNF y SEAG, a agricultores que no reciben ningún tipo de asistencia. De este modo la distribución muestral se hace en la siguiente forma:

UNIDAD PRIMARIA (Departamentos)	UNIDAD SECUNDARIA (Distritos)	UNIDAD TERCIARIA (Grupo Unidad de producción)	UNIDAD 4o. ORDEN (Unidad de producción.)	
$N_i = 100\%$	Total ( $N_{ij}$ )	Muestra ( $N_{ij}$ )	Muestra ( $N_{ijk}$ )	
			Muestra ( $N_{ijkl}$ )	
Central	18	5	20	—
Paraguarí	17	4	16	—
Cordillera	17	4	16	—
Concepción	6	2	8	—
Amambay	3	1	4	—
Ñeembucú	16	4	16	—
Guairá	15	4	16	—
Caazapá	10	3	12	—
Misiones	9	3	12	—
Itapúa	17	4	16	—



UNIDAD PRIMARIA (Departamentos)	UNIDAD SECUNDARIA (Distritos)		UNIDAD TERCIARIA (Grupo Unidad de producción)	UNIDAD 4o. ORDEN (Unidad de producción.)
	Total (N <sub>ij</sub> )	Muestra (N <sub>ij</sub> )	Muestra (N <sub>ijk</sub> )	Muestra (N <sub>ijkl</sub> )
Caaguazú	11	3	12	—
San Pedro	10	3	12	—
Alto Paraná	5	2	8	—
Capital	4	1	4	—
Pte. Hayes	2	1*	4	—
Boquerón	2	1*	4	—
Olimpo	1	1*	4	—
<b>TOTAL</b>	<b>163</b>	<b>46</b>		<b>750</b>

\* Opcional: si no hay operación se omite.

Por razones presupuestarias se ha fijado el número total de muestras en 750. La distribución de las 750 unidades de producción dentro de departamento, distrito y grupo de asistencia se hará de acuerdo con el esquema secuencial de Stain.

d) Sorteo: La selección de la muestra se hará siguiendo el procedimiento corriente de muestreo polietápico, es decir seleccionando aleatoriamente la muestra en cada una de las etapas. En este caso particular, se consideran la totalidad de los departamentos y dentro de cada departamento se seleccionarán 25% de los distritos, en cada uno de los distritos seleccionados se tomarán las cuatro categorías de productores (si lo hubiere). No importa que algunas de las clases no existan. Por último dentro de cada nivel jerárquico se seleccionan las unidades de producción. La información básica de las unidades de observación se obtendrá por medio de un cuestionario propuesto para tal efecto.

#### d. Servicio al Productor

La selección de nuevos prestatarios, que también serán asistidos por el SEAG aún no está muy claro. Se dispone del cronograma de servicio y los renglones a cubrir por el BNF. Sin embargo, operacionalmente esto aún presenta varias complicaciones. Al observar la distribución espacial de prestatario del BNF, pareciera que la cobertura fuera total; sin embargo la densidad de la asistencia es mucho mayor en la vecindad de las agencias y una densidad menor a distancias de cierta consideración tomando como centro la agencia.

Es necesario señalar que con una densidad más uniforme de acción del BNF y SEAG se pueden producir mejores y mayores beneficios.

### CRONOGRAMA DE LA ASISTENCIA

#### ASISTENCIA TECNICA

#### ASISTENCIA CREDITICIA

Año	0	+	3.900
	1	+	2.820
	2	+	3.255
	3	+	3.480
	4	+	4.365

Año	0	+	9.705
	1	+	1.000
	2	+	2.000
	3	+	2.100

<b>TOTAL</b>	<b>17.820</b>	<b>14.807</b>
--------------	---------------	---------------

#### e. Obtención de datos secundarios

Los datos secundarios serán obtenidos directamente de los archivos de las instituciones participantes en el proyecto y otras dependencias que posean informaciones relevantes para la evaluación.

Entre los datos secundarios se preve la obtención de los siguientes:

- Exportación e Importación
- Precios de productos agrícolas
- Cuentas nacionales
- Información de producción, renta, etc.
- Información general sobre factores físicos de la producción (suelos, clima, infraestructura)
- Información general sobre el productor
- Servicios de salud
- Servicios de educación
- Otros servicios

Entre las fuentes de información figuran los diferentes Ministerios, STP, B.C., Estadísticas y Censos, Catastro Rural, etc.

#### f. Simulación

Esta técnica sirve para generar el transcurso de fenómenos del mundo real. En este sentido funciona como una verdadera fuente de información. Basta hipotetizar o crear una situación artificial o establecer

condiciones, para estimar y predecir el compartimiento de ciertas variables de respuestas. El método es de suma utilidad en casos complejos en que la respuesta es una resultante de un juego complicado de estímulos. Ciertos datos disponibles en archivos podrán considerarse como punto de partida para simular una serie de situaciones que sin lugar a dudas ayudarían a mejorar la placa radiográfica de la región en estudio.

En ciertos casos se simulan situaciones ideales o deseables y se les compara con resultados obtenidos por otros medios. En este caso funciona como criterio analítico de comparación y discriminación. La simulación que parte de condiciones lógicas de relación estímulo respuesta podría tener la misma validez, o por lo menos ser altamente comparable, con cualquiera de los métodos que proporcionan información a través de una medición directa.

### 3. ESQUEMA DE ANALISIS Y EVALUACION DEL PROYECTO INTEGRADO

#### a. Identificación de variables y definición de indicadores

El análisis de las informaciones obtenidas de datos primarios y secundarios se basará en cuatro indicadores principales: Económicos, Tecnológicos, Sociológicos y Asistenciales.

#### 1) Indicadores económicos

##### a) A nivel de Sector Agropecuario

$$VAB = VBP - IS \quad (1)$$

$$VAN = VAB - D \quad (2)$$

donde:

VAB = Valor agregado bruto  
 VAN = Valor agregado neto  
 VBP = Valor bruto de producción  
 IS = Insumos y servicios  
 D = Depreciación

##### b) Utilidad a Nivel de Unidad de Producción

$$UN = VBP - IS - MO - OC - D \quad (3)$$

donde:

UN = Utilidad neta  
 VBP = Valor bruto de la producción  
 IS = Insumo y servicios  
 MO = Costo mano de obra  
 OC = Otros costos  
 D = Depreciación

##### c) Ingreso a Nivel del Proyecto

$$INP = VBP - IS - D - MO \quad (4)$$

$$INFP = INP + F - A \quad (5)$$

donde:

**INP** = Ingreso Neto Proyecto  
**INFP** = Ingreso Neto Financiero Proyecto  
**VBP** = Valor Bruto de la Producción  
**D** = Depreciación inversión adicional  
**IS** = Insumo y servicios  
**MO** = Costo de mano de obra  
**F** = Financiamiento recibido  
**A** = Amortización de capital e intereses

**d) Productividad del Capital**

$$PK = \frac{VAN}{KT} ; \frac{VAN}{KF} ; \frac{VAN}{KO} \quad (6)$$

$$KT = KF + KO \quad (7)$$

donde:

**VAN** = Valor agregado neto  
**KT** = Capital total  
**KF** = Capital fijo  
**KO** = Capital operacional

**e) Productividad económica de la mano de obra**

$$PEMO = \frac{VAN}{PA} ; \frac{VAN}{MOD} ; \frac{VAN}{MU} \quad (8)$$

donde:

**PEMO** = Productividad económica de la mano de obra  
**VAN** = Valor agregado neto  
**PA** = Población económicamente activa en la (UP)  
**MOD** = Mano de obra disponible en la (UP)  
**MU** = Mano de obra utilizada en la (UP)

**f) Balance de divisas**

$$BP = X + SM - (MD + CM + ADX) \pm RFX \quad (9)$$

donde:

**BD** = Balance divisas  
**X** = Exportaciones directas e indirectas  
**SM** = Sustitución de productos importados (directo e indirecto)  
**MD** = Importaciones directas  
**CM** = Componentes importados

ADX = Amortización de deudas externas  
 RFX = Remuneración de factores externos

g) Productividad Económica de la tierra

$$PET = \frac{VAN}{AU} ; \frac{VAN}{AT} \quad (10)$$

donde:

PET = Productividad económica del área (UP)  
 VAN = Valor agregado neto  
 AU = Area utilizada (UP)  
 AT = Area total (UP)

h) Beneficios generados por mercadeo y almacenamiento de granos (nivel macro)

$$BDPMAG = CA \times P \times AP - (CO + I) \quad (11)$$

donde:

BDPMAG = Beneficios directos proyectos mercadeos y almacenamiento  
 CA = Cantidad almacenada  
 P = Precio del producto  
 AP = Porcentaje estimado de ahorro potencial neto (recuperación de pérdida)  
 CO = Costo de operación red de silos  
 I = Costo de la inversión

i) Rentabilidad de la red de silos (nivel micro)

$$UNRS = VV + T - (VA_c + CO + CI) \quad (12)$$

donde:

UNRS = Utilidad neta de la red de silos  
 VV = Valor venta de los productos  
 T = Tarifa  
 VA<sub>c</sub> = Valor acopio  
 CO = Costo operación red de silos  
 CI = Costo de inversión

j) Contribución al Ingreso Nacional

$$VARS = VV - (VA_c + IS) \quad (13)$$

donde:

VARS = Valor agregado red de silos  
 VV = Valor venta  
 VA<sub>c</sub> = Valor acopio  
 IS = Insumo y servicio

## 2) Indicadores tecnológicos

Estos indicadores al igual que los económicos son síntesis algebraicas de variables primarias, que definen una situación dada o expresan relación de simetría con variables económicas.

### a) Relación entre producción física y superficie de producción

$$P_t = \frac{PR}{SR} \quad (14)$$

donde:

$P_t$  = Productividad física de la tierra  
 $PR$  = Producción física por rubro  
 $SR$  = Superficie utilizada por rubro

### b) Relación producción física / mano de obra

$$PFMO = \frac{PR}{MOU} \quad (15)$$

donde:

$PFMO$  = Productividad física de la mano de obra  
 $MOU$  = Mano de obra utilizada por rubro  
 $PR$  = Producción física por rubro

### c) Relación mano de obra / capital

$$IMO = \frac{MOU}{KF} \quad (16)$$

donde:

$IMO$  = Intensidad de uso de la mano de obra  
 $MOU$  = Mano de obra utilizada  
 $KF$  = Capital fijo

### d) Relación producción física / insumo

$$PIU = \frac{PR}{IU} \quad (17)$$

donde:

$PIU$  = Relación producto - insumo por rubro  
 $PR$  = Producción por rubro  
 $IU$  = Insumo utilizado por rubro

### e) Relación entre productividad y grado de uso de insumos

$$RT = \frac{PCTU}{PSIU} \quad (18)$$

donde:

RT = Coeficiente de eficacia de insumos

PCTU= Productividad con insumos

f) Relación entre indicadores Económicos y Tecnológicos

Algunos indicadores tecnológicos, son generados por combinación de variables cualitativas; normalmente dichas variables poseen características binomiales. Es decir, se considera solamente la presencia (1) y la ausencia (0) de ciertas prácticas. Por ejemplo si se consideraran tres prácticas A, B y C, cada una de ellas puede estar presente o ausente en la unidad de producción, por tanto puede tomar la forma A (0,1), B (0,1) y C (0,1) y por combinación de valores (0,1) se obtiene  $2^n$  clases posibles (donde  $n$  = número de variables).

Desde el punto de vista práctico los valores que puede tomar el indicador tecnológico sería independiente del orden de ocurrencia de los valores de las variables; de ahí que el indicador puede tomar solamente  $(n + 1)$  valores. Esto implica que este estudio está considerando solamente el número de prácticas realizadas. Como una ilustración se toma el caso de tres prácticas:

Combinaciones Posibles	Valor	Denominación
ABC 000	0	No utiliza ninguna de las prácticas
001	1	Utiliza una práctica (la C)
010	1	" " " (la B)
100	1	" " " (la A)
110	2	" dos prácticas (la A y B)
101	2	" " " (la A y C)
011	2	" " " (la B y C)
111	3	" todas " (la A, B y C)

En resumen la escala quedaría en la siguiente forma:

Característica	No realiza la práctica	Realizó 1 práctica	Realizó 2 prácticas	Realiza todas
Escala	0	1	2	3

Debe aclararse que la escala se puede ampliar como sea necesaria, dependiendo del número de variables consideradas. A continuación se describen los siguientes indicadores:

g) Indicadores agrotécnicos

$$IFP = f(A, R, E) \quad (19)$$

donde:

- IFP = Insumo físico de preparación  
 A = No. de aradas = frecuencia: suficiente (1), insuficiente (0)  
 R = No. de rastreada = frecuencia: suficiente (1), insuficiente (0)  
 E = Control de erosión: suficiente (1), insuficiente (0)

El IFP puede tomar los valores 0, 1, 2 y 3 en escala ascendente de tecnología

$$IB = f (V, S, D) \quad (20)$$

donde:

- IB = Insumo biológico  
 V = Variedad recomendada (1), no recomendada (0)  
 S = Semilla recomendada (1), no recomendada (0)  
 D = Densidad recomendada (1), no recomendada (0)

El IB puede tomar los valores: 0, 1, 2 y 3 en escala ascendente de tecnología

$$IQ = f (F, I, Fu) \quad (21)$$

donde:

- IQ = Insumo químico  
 F = Fertilizante : Usa (1), no usa (0)  
 I = Insecticida : Usa (1), no usa (0)  
 Fu = Fungicida : Usa (1), no usa (0)

$$IFM = f (C, A, O) \quad (22)$$

donde:

- IFM = Insumo físico de manejo  
 C = No. de carpadas: suficiente (1), insuficiente (0)  
 A = No. de aporques: suficiente (1), insuficiente (0)  
 O = No. de otras operaciones: suficiente (1), insuficiente (0)

El proceso de evaluación operará al nivel de cultivos y globalmente. Esto es necesario debido a que todos los cultivos no han llegado aún al mismo tope de tecnificación.

#### h) Relación entre variables tecnológicas y el rendimiento por rubro

$$Pt = f (\text{variables tecnológicas}) \\ = b_0 (IFP)^{b_1} (IB)^{b_2} (IQ)^{b_3} (IFM)^{b_4} \quad (23)$$

donde:

- Pt = Productividad física de la tierra  
 IFP = Insumos físicos preparatorios  
 IB = Insumos biológicos  
 IQ = Insumos químicos  
 IFM = Insumos físicos de manejo  
 Epi =  $b_1, b_2, b_3, b_4$ : Elasticidad media de producción con respecto a cada variable tecnológica.



i) Relación entre variables tecnológicas y utilidad al nivel de unidad de producción por rubro.

$$UN = b_0 (IFP)^{b_1} (IB)^{b_2} (IQ)^{b_3} (IFM)^{b_4} \quad (24)$$

donde:

UN = Utilidad neta

IFP, IB, IQ y IFM tiene la misma definición que la anterior

j) Relación entre Indicadores tecnológicos y el retorno financiero.

$$INP = b_0 (IFP)^{b_1} (IB)^{b_2} (IQ)^{b_3} (IFM)^{b_4} \quad (25)$$

$$INFP = b_0 (IFO)^{b_1} (IB)^{b_2} (IQ)^{b_3} (IFM)^{b_4} \quad (26)$$

k) Relación entre indicadores tecnológicos y la productividad económica de la tierra.

$$PET = b_0 (IFP)^{b_1} (IB)^{b_2} (IQ)^{b_3} (IFM)^{b_4} \quad (27)$$

l) Efecto neto de la asistencia (Técnica, Crediticia e Interacción)

i. Producción física como variable de respuesta

Agricultores con	Producción	Estimación de Efectos		
		Asis. Tec./	Asist. Cred./	Int.
(AT, AC)		+	+	+
AC		-	+	-
AT		+	-	-
sin Asist.		-	-	+

$$EATP = \frac{(\text{Prod. con (AT, AC)} + \text{Prod. con (AT)} - \text{Prod. con (AC)} - \text{sin Asist.})}{2}$$

$$EACP = \frac{\text{Prod. con (AT, AC)} + \text{Prod. con AC} - \text{Prod. con AT} - \text{sin Asist.}}{2}$$

$$IATCP = \frac{(\text{Prod. con (AT, AC)} + \text{sin Asist.} - \text{Prod. con AC} - \text{Prod. con AT})}{2}$$

ii. Utilidad, Productividad Económica de la Tierra y Retorno al Capital como variable de respuesta.

Para estimar el efecto de la asistencia técnica y crediticia sobre la utilidad, la productividad económica de la tierra y el retorno al capital se procede de la misma manera que lo indicado en el punto a). Es decir, a partir del indicador utilidad se estima EATU, EACU y IATCU, considerando la productividad económica de la tierra se estimaron: EATPT,

EACPT e IATCPT, finalmente tomando el retorno neto al capital se obtiene: EATRC, EACRC e IATCRC.

#### Indicadores de tecnología pecuaria

Para generar indicadores de tecnología pecuaria se procede en forma similar a la hecha para los indicadores agrícolas, naturalmente con las modificaciones que requiera el caso, ya que existen ciertas prácticas que son propias de la agricultura y otras de la ganadería. Tal como se indica en el cuestionario para esta actividad también se consideran los cuatro tipos de insumos básicos: físicos, biológicos, químicos y de manejo y sus combinaciones.

### 3) Indicadores sociológicos

#### a) Mano de obra

$$EMO = MOD - MOU \quad (28)$$

donde:

EMO = Excedente de mano de obra  
 MOD = Mano de obra disponible (UTH)  
 MOU = Mano de obra utilizada (UTH)

#### b) Estacionalidad de la mano de obra - Tránsito Mensual y Anual

$$\begin{aligned} MOD &= b_0 + \sum b_j t^j \\ EMU &= b_0 + \sum b_j t^j \end{aligned} \quad (29)$$

donde:

MOD = Mano de obra disponible  
 EMU = Mano de obra utilizada  
 t = Tiempo de mes 1, 2, . . . . 12

#### c) Distribución de valor bruto de la producción en la Unidad de Producción

$$PMO = \frac{VBP}{VMOU} \quad (30)$$

donde:

PMO = Cociente de participación mano de obra  
 VBP = Valor bruto de la producción  
 VMOU = Valor mano de obra utilizada

La participación de los componentes en el VBP quizás podría ser estudiado con mayor detalle analizando las elasticidades de cada uno de ellos con respecto al VBP, es decir:

$$VBP = b_0 (VMOU)^{b_1} (IS)^{b_2} (OC)^{b_3} (D)^{b_4} \quad (31)$$

$$ICS = \frac{P (\leq 10) + P (\geq 65)}{P (10 - 65)} \quad (32)$$

donde:

- ICS = Índice de carga social  
 P ( $\leq 10$ ) = No. de personas menores de 10 años  
 P ( $\geq 65$ ) = No. de personas mayores de 65 años  
 P (10-65) = No. de personas entre los 10 y 65 años.

d) Índice de Lorenz: Estudio de la estructura fundiaria

e) Presupuesto familiar

Variables principales

Ingresos:

- ITS = Ingreso por trabajo (salario)  
 IRI = Ingreso por renta Inmueble (propiedad, etc.)  
 IN = Ingreso por negocio (industria, comercio, etc.)  
 ITP = Ingreso por trabajo profesional  
 IO = Ingreso por otro concepto

Egresos:

- GA = Gasto de alimentación  
 GU = Gasto vestuario  
 GV = Gasto vivienda  
 GS = Gasto salud  
 GE = Gasto educación  
 GR = Gasto recreación

Variables complementarias

a) Tamaño de la familia

b) Distribución de la edad de los miembros

$$BFF = IF - EF \quad (33)$$

donde:

- BPF = Balance del presupuesto familiar  
 IF = Ingreso familiar  
 EF = Egreso familiar

A su vez:

$$IF = ITS + IRI + IN + ITP + IO \quad (34)$$

$$EF = GA + GU + GS + GI + GR \quad (35)$$

$$GDI = \frac{\text{Componentes Ingreso}}{IF} \quad (36)$$

$$GDE = \frac{\text{Componentes Egreso}}{EF} \quad (37)$$

donde:

GDI = Grado de diversificación del ingreso

GDE = Grado de diversificación del egreso

#### 4) Indicadores asistenciales

$$CS = \text{Concentración de Servicio} = \frac{\text{No. de persona servida}}{\text{Radio Medio Servicio}}$$

$$DPS = \text{Densidad Potencial de Servicio} = \frac{\text{Distancia lineal de servicio}}{\text{Area de servicio}}$$

$$DRS = \text{Densidad Real de Servicio} = \frac{\text{No. de agricultores atendidos}}{\text{No. total de agricultores de la región}}$$

$$FS = \text{Frecuencia de Servicio} = \text{No. de visitas por unidad de tiempo}$$

$$OS = \text{Oportunidad de Servicio} = \frac{\text{No. de visitas durante ciclo del cultivo}}{\text{No. total de visitas}}$$

$$FS = \text{Forma de Servicio} = \frac{\text{Area servida}}{\text{perímetro servido}}$$

$$CSC = \text{Calidad de Servicio Crediticio} = \frac{\text{No. de créditos oportunos}}{\text{No. total de créditos}}$$

$$CST = \text{Calidad del Servicio Técnico} = \frac{\text{No. de visitas realizadas}}{\text{No. total de visitas recomendadas}}$$

$$BS = \text{Balance de Servicios} = \frac{\text{Concentración de Servicio Crediticio}}{\text{Concentración de Servicio Técnico}}$$

$$CI = \text{Coordinación Institucional} = \frac{\text{Servicios paralelos programados}}{\text{Servicios paralelos cumplidos}}$$

$$IS = \text{Índice de Superposición} = \frac{\text{No. de actividades comunes}}{\text{No. total de actividades}}$$

$$IC = \text{Índice de Concordancia} = \frac{\text{Objetivos formulados versus}}{\text{Objetivos cumplidos}}$$

## b. Plan de Evaluación y Funciones de Respuestas

Indicadores	Periodicidad de la Evaluación y Funciones de Respuestas		
	Año (0)	Año (2)	Año (3)
<b>1) ECONOMICOS</b>			
<b>Producto Interno</b>			
Valor agregado bruto	VAB (0)	VAB (2)	VAB (5)
Valor agregado neto	VAN (0)	VAN (0)	VAN (5)
<b>Utilidad Neta a Nivel de Unidad de Producción</b>			
	UN (0)	UN (2)	UN (5)
<b>Ingreso a Nivel del Proyecto</b>			
Ingreso Neto Proyecto	INP (0)	INP (2)	INP (5)
Ingreso Neto Financiero	INFP (0)	INFP (2)	INFP (5)
<b>Productividad del Capital</b>			
Productividad capital total	KT (0)	KT (2)	KT (5)
Productividad capital fijo	KF (0)	KF (2)	KF (5)
Productividad capital operacional	KO (0)	KO (2)	KO (5)
<b>Productividad Económica de la Mano de Obra</b>			
Prod. Económica global de la M.O.	PEMO <sub>g</sub> (0)	PEMO <sub>g</sub> (2)	PEMO <sub>g</sub> (5)
Prod. Económica relativa de la M.O.	PEMO <sub>e</sub> (0)	PEMO <sub>e</sub> (2)	PEMO <sub>e</sub> (5)
Prod. Económica real de la M.O.	PEMO <sub>r</sub> (0)	PEMO <sub>r</sub> (2)	PEMO <sub>r</sub> (5)
<b>Balance de divisas</b>	BP (0)	BP (2)	BP (5)
<b>Productividad Económica de la Tierra</b>			
Prod. Económica real de la tierra	PET <sub>r</sub> (0)	PET <sub>r</sub> (2)	PET <sub>r</sub> (5)
Prod. Económica global de la tierra	PET <sub>g</sub> (0)	PET <sub>g</sub> (2)	PET <sub>g</sub> (5)
<b>Beneficio del Mercadeo y Almacenamiento de Granos</b>			
	BDPMAG (0)	BDPMAG (2)	BDPMAG (5)
<b>Rentabilidad de la Red de Silos (nivel microeconómico)</b>			
	UNRS (0)	UNRS (2)	UNRS (5)
<b>Contribución al Ingreso Nacional</b>			
	VARS (0)	VARS (2)	VARS (5)
<b>2) TECNOLOGICOS</b>			
Productividad física de la tierra	Pt (0)	Pt (2)	Pt (5)
Productividad física de la M.O.	PFMO (0)	PFMO (2)	PFMO (5)
Intensidad de uso de la M.O.	IMO (0)	IMO (2)	IMO (5)
Relación Producto - Insumo	PIU (0)	PIU (2)	PIU (5)
Coefficiente de eficacia de Insumos	RT (0)	RT (2)	RT (5)
Elasticidad de la Prod. Física con respecto a la variable tecnológica	EP <sub>i</sub> (0)	EP <sub>i</sub> (2)	EP <sub>i</sub> (5)
Elasticidad de la utilidad con respecto a variables tecnológicas	EV <sub>i</sub> (0)	EV <sub>i</sub> (2)	EV <sub>i</sub> (5)

Elasticidad de la Prod. Económica de la tierra con respecto a variables tecnológicas	EPE <sub>i</sub> (0)	EPE <sub>i</sub> (2)	EPE <sub>i</sub> (5)
Elasticidad retorno al capital con respecto a variables tecnológicas	ERC <sub>i</sub> (0)	ERC <sub>i</sub> (2)	ERC <sub>i</sub> (5)
<b>Efecto Neto de la Asistencia Técnica sobre:</b>			
a) Producción física	—	EATP (2)	EATP (5)
b) Utilidad	—	EATU (2)	EATU (5)
c) Prod. Económica de la tierra	—	EATPE (2)	EATPE (5)
d) Retorno al Capital	—	EATRC (2)	EATRC (5)
<b>Efecto Neto de la Asistencia Crediticia sobre:</b>			
a) Producción física	—	EACP (2)	EACP (5)
b) Utilidad	—	EACU (2)	EACU (5)
c) Prod. Económica de la tierra	—	EACPE (2)	EACPE (5)
d) Retorno al capital	—	EACRC (2)	EACRC (5)
<b>Efecto de la Interacción Asistencia Técnica y Asistencia Crediticia sobre:</b>			
a) Producción física	—	IATCP (2)	IATCP (5)
b) Utilidad	—	IATCU (2)	IATCU (5)
c) Prod. Económica de la tierra	—	IATCPE (2)	IATCPE (5)
d) Retorno al capital	—	IATCRC (2)	IATCRC (5)

### 3) SOCIOLOGICOS

Indice de Lorenz	IL (0)	IL (2)	IL (5)
<b>Mano de Obra Rural</b>			
Excedente Mano de Obra	EMO (0)	EMO (2)	EMO (5)
Estacionalidad de la M.O.	TMU (0)	TMU (2)	TMU (5)
Coeficiente de participación de la Mano de Obra en el Valor Bruto de la Producción	PMO (0)	PMO (2)	PMO (5)
Indice de Carga Social	ICS (0)	ICS (2)	ICS (5)
Posibilidad de expansión	PE (0)	PE (2)	PE (5)
Capacidad de expansión	CE (0)	CE (2)	CE (5)
Densidad Rural	DR (0)	DR (2)	DR (5)
<b>Presupuesto Familiar</b>			
Balance presupuesto familiar	BPR (0)	BPR (2)	BPR (5)
Ingreso Familiar	IF (0)	IF (2)	IF (5)
Egreso Familiar	EF (0)	EF (2)	EF (5)
Grado de diversificación de Ingreso-Análisis de componentes	ACI <sub>i</sub> (0)	ACI <sub>i</sub> (2)	ACI <sub>i</sub> (5)
Grado de diversificación del Egreso-Análisis de componentes	ACE (0)	ACE (2)	ACE (5)

### 4) ASISTENCIALES

Densidad Potencial de Servicio	DPS (0)	DPS (2)	DPS (5)
Densidad Real de Servicio	DRS (0)	DRS (2)	DRS (5)

Concentración de Servicio	CS (0)	CS (2)	CS (5)
Frecuencia de Servicio	FS (0)	FS (2)	FS (5)
Oportunidad de Servicio	OS (0)	OS (2)	OS (5)
Forma de Servicio	FS (0)	FS (2)	FS (5)
Calidad de Servicio Crediticio	CSC (0)	CSC (2)	CSC (5)
Calidad de Servicio Técnico	CST (0)	CST (2)	CST (5)
Balance de Servicio	BS (0)	BS (2)	BS (5)
Coordinación Institucional	CI (0)	CI (2)	CI (5)
Indice de Superposición	IS (0)	IS (2)	IS (5)
Indice de Concordancia	IC (0)	IC (2)	IC (5)

### c. Nivel de Análisis

Los indicadores descriptos serán analizados a varios niveles jerárquicos.

- 1) Jerarquía especial. Tomando como base cada indicador y el conjunto de ellos se verificará el análisis jerárquico en el siguiente orden: Análisis de la Unidad de Producción, Análisis Departamental, Análisis Regional y finalmente el Análisis Nacional.
- 2) Análisis por renglón de producción. Este análisis complementará al de la jerarquía espacial, suministrando información acerca de la participación de los productos en la discriminación regional.
- 3) Análisis cronológico. Para detectar los cambios ocurridos con el tiempo sufrido por los indicadores se llevan a cabo análisis de tendencia. Esta es la razón para sugerir que la evaluación sea periódica.

## B. COMENTARIOS

**1. Julio Porteiro.** Para evaluar adecuadamente el documento elaborado por la Secretaría Técnica de Planificación del Paraguay, con la colaboración del IICA, parece conveniente presentar un marco teórico de referencia que nos servirá como esquema de apoyo en nuestro análisis.

### a. La metodología de proyectos como sistema

Puede concebirse la metodología de proyectos como un sistema dinámico, compuesto a su vez por tres sub-sistemas que se interaccionan recíprocamente y que se integran en un proceso continuo que sólo puede separarse por razones expositivas.

Los tres sub-sistemas básicos pueden ser identificados como "Planeamiento", "Ejecución" y "Control".

#### 1) El Sub-sistema de Planeamiento

Se integra con el conjunto de actividades vinculadas con la formulación y evaluación de proyectos.

La formulación debe ser contemplada en sus cuatro niveles de profundidad tradicionalmente reconocidos. Ellos son el Análisis Preliminar, los Estudios de Prefactibilidad, el Estudio de Factibilidad, y el Diseño Final.

La evaluación debe considerarse en su doble perspectiva micro y macro-económica.

## 2) El Sub-sistema de Ejecución

Está compuesto por las múltiples tareas derivadas de la implementación de un proyecto, tanto en su fase de prefuncionamiento (etapas de instalación y puesta en marcha) como en su funcionamiento normal.

Las funciones que se cumplen en este Sub-sistema son las que muchas veces se agrupan bajo la denominación de Administración de Proyectos.

## 3) El Sub-sistema de Control

Se integra con el conjunto de acciones que se desarrollan para cotejar las realizaciones de la Ejecución con el orden dado por el Planeamiento. El control supone la medición de los resultados que se van alcanzando en la implementación, su comparación con los previstos en el Planeamiento, un análisis causal de las desviaciones que se constaten y, por último, una acción correctiva que puede ejercerse tanto sobre el Planeamiento como sobre la Ejecución.

Este último elemento incluido en el Control, asegura a través de un mecanismo de retroacción la coherencia interna de todo el sistema.

En nuestro enfoque del Control entendemos que, para que sea integral, el mismo debe ejercerse simultáneamente sobre el dinero, el tiempo y los resultados alcanzados, dando así origen a tres modalidades o tipos de control diferentes, pero que se relacionan entre sí:

- Control financiero
- Control de avance de ejecución
- Control de resultados

Para completar estas ideas generales sobre el Control, corresponde explicitar los requisitos que debe reunir un sistema que funcione correctamente. Entre los muchos que suelen mencionarse, rescataremos tres que consideramos básicos.

### Rapidez

- El sistema debe ser capaz de identificar y poner rápidamente de manifiesto las distorsiones que se verifiquen entre lo previsto y la realidad.

### Economía

- El sistema no debe requerir costos excesivos en su implementación. Los beneficios a obtener con su aplicación tienen que superar a los costos incurridos como consecuencia de la misma.

### Acción correctiva

- El sistema debe asegurar, a través de un proceso de retroalimentación, la acción correctiva que habrá de ejercerse sobre el sub-sistema de Planeamiento y/o el de Ejecución, según lo que sugiera el análisis causal de las desviaciones constatadas.



## **b. Comentario global del documento**

Teniendo presente las características fundamentales asignadas al sub-sistema de Control de Proyectos, podemos presentar brevemente los comentarios generales que nos merece el sistema diseñado para el PIDAP.

### **1) Integralidad**

Si bien el documento presentado expone solamente el esquema para la evaluación de resultados, el sistema diseñado por la Secretaría Técnica es integral, en la medida en que también incluye un esquema de control financiero y otro de control físico (avance de ejecución).

### **2) Rapidez**

La periodicidad de la evaluación prevista, determina la necesidad de obtener informaciones para los años 0, 2 y 5, de la vida del Proyecto.

Resulta difícil opinar, sin tener mayor información sobre las características del Proyecto, si la frecuencia elegida posibilita ejercer a tiempo las acciones correctivas en el caso de que ellas fueran necesarias.

Por otra parte, el diferente período de maduración de las inversiones requeridas por cada uno de los subproyectos incluidos en el PIDAP, agrega dificultades adicionales a la solución de este aspecto.

No deben olvidarse tampoco las razones de economicidad, a las que se referirá el literal siguiente, las cuales obviamente están condicionando las distintas alternativas de frecuencia que pudieran seleccionarse.

### **3) Economía**

Los datos necesarios para el funcionamiento del esquema de evaluación de resultados habrán de obtenerse de distintas fuentes, siendo los más importantes los datos primarios, cuya obtención se prevé a través de encuestas.

Las características del trabajo a realizar (dispersión geográfica del universo, tamaño de la muestra definida, etc.), permiten suponer que el costo del relevamiento de datos será elevado.

Desde este punto de vista, el esquema de evaluación previsto podría ser criticado, aunque muy probablemente no existan otras alternativas para obtener en forma confiable la información requerida.

Quizás pudiera estudiarse, por lo menos para alguno de los subproyectos, la posibilidad de definir un conjunto de unidades de producción "tipo", suficientemente representativas para las cuales, a través de los servicios de extensión, se pudiera ir elaborando la información a ser utilizada para el control de los resultados.

Por otra parte resulta claro que, como beneficio adicional del relevamiento, el sistema de información que habría de montarse excede el marco específico del PIDAP y tiende a constituirse en un valioso aporte para todo el planeamiento del sector.

### **4) Acción correctiva**

El esquema diseñado prevé los elementos necesarios para que la acción correctiva derivada del control se cumpla cabalmente.

No obstante, resulta admisible pensar que tal acción probablemente se verá dificultada como consecuencia de las limitaciones que pueden derivarse del marco institucional en el que debe insertarse la unidad ejecutora del PIDAP.

**2. Juan Carlos Martínez.** De acuerdo a lo convenido, el Cont. Porteiro ha ubicado adecuadamente el trabajo del Dr. Veras en el marco de referencia técnico-institucional de Planeamiento y no tengo comentario u observación adicional que mencionar en este sentido.

Indudablemente el expositor ha traído el trabajo del PIDAP a consideración de la reunión en función de que el mismo presenta un aspecto innovativo que resulta de interés dentro de los temas del seminario. Me refiero a la evaluación y control de resultados del proyecto. Hacia este aspecto trataré de orientar mis comentarios.

Se presenta en este sentido un esquema metodológico de evaluación de resultados que tiene las características de no ser estrictamente ex-post, sino que supuestamente debe ir acompañando al proyecto en distintos puntos del período de ejecución. Frente a la ausencia generalizada de esquemas sistematizados de este tipo en la formulación y ejecución de proyectos agropecuarios se entiende que pueden extraerse de la experiencia realizada algunas enseñanzas de validez general. En primer lugar se me ocurre que los intentos de sistematización orientados en esta dirección pueden tener varios sentidos:

- Con relación a un proyecto en particular, la evaluación sobre la marcha de sus resultados a medida que se va implementando puede permitir eventualmente ajustar aspectos de su ejecución cuando surgieran diferencias de significación con las metas proyectadas.
- En un segundo sentido, realizar la evaluación ex-post en forma sistemática para grupos de proyectos de naturaleza similar (por ejemplo proyectos de riego) puede tener el objetivo de detectar diferencias sistemáticas que pudieran darse entre resultados esperados y resultados efectivos, que eventualmente pudieran dar elementos de juicio que lleven a replanteos o intentos de replanteos metodológicos de algún tipo.
- Por último, en el caso particular de proyectos de investigación, la evaluación ex-post puede aportar elementos cualitativos y cuantitativos que den una primera aproximación para el caso de otros proyectos de investigación de carácter similar, cuya evaluación ex-ante presente dificultades para ser llevada a cabo del tipo de las ya discutidas en la primera sesión de trabajo de este seminario.

Entiendo que el Dr. Veras presenta su intento de sistematización apuntando al primero de los sentidos mencionados precedentemente y en esta dimensión se debe analizarlo.

Si lo precedente es correcto, se presenta un primer problema a mencionar, referente a la naturaleza del proyecto elegido para ensayar el esquema metodológico propuesto en el trabajo.

Al decir naturaleza del proyecto me refiero a su magnitud, su cobertura espacial y la diversidad de sus objetivos concretada en un conjunto de subproyectos por área (crédito agrícola, asistencia tecnológica, comercialización y educación). Esto hace que el PIDAP más que un proyecto constituya un Programa que seguramente debe cubrir una porción muy importante del esfuerzo de planeamiento agropecuario en el Paraguay.

Si esto es así, el seguimiento y evaluación del PIDAP en términos de sus resultados, implica prácticamente el seguimiento de la performance del sector agropecuario en su conjunto y presupone la existencia (o en su defecto el desarrollo) de un sistema permanente de información, circunstancia esta última que ha sido planteada en la exposición del Dr. Veras.

Lo que quizás debe quedar claro, es que la existencia y/o el desarrollo de tal sistema de información excede obviamente los objetivos del proyecto, para ubicarse en un marco más amplio como un pre requisito para el planeamiento agropecuario.

Lo precedente implica a mi juicio un alto grado de dificultad para poder aislar los efectos específicos del proyecto sobre los indicadores socioeconómicos y/o tecnológicos utilizados, de los que pudieran tener sobre ellos el accionar de otros ámbitos de la política agropecuaria del país. En todo caso debe entenderse

que tal sistema de información debe ser patrimonio o responsabilidad de la oficina central de planeamiento más que del proyecto en cuestión.

Con estas calificaciones, entiendo que corresponde enfatizar, en lo que resta de estos breves comentarios, y desde el punto de vista del proyecto, la generación y procesamiento de la información denominada intermedia o intermediaria, en particular, al nivel de los beneficiarios directos del proyecto.

El método adoptado en este sentido consiste básicamente en el seguimiento de las unidades de producción involucradas a través de una encuesta de productores. Se me ocurre que una alternativa a este método podría ser el seguimiento en profundidad de un reducido conjunto de empresas tipo, representativas de los distintos estratos de productores involucrados. La conveniencia metodológica, operativa y financiera de esta última alternativa dependería entre otras cosas de la disponibilidad actual de información a nivel de unidades de producción y del grado de acceso que el aparato institucional tenga a dichas unidades. Si bien no me encuentro calificado para opinar en este sentido ya que lamentablemente desconozco la situación específica del Paraguay en este tema, entiendo que algunos participantes que sí la conocen podrían aportar su experiencia y conocimientos a la discusión de este aspecto.

Con referencia a la naturaleza y eficiencia de los indicadores socioeconómicos y tecnológicos utilizados entiendo que el análisis detallado de los mismos excede el marco temporal y temático de la reunión, y en consecuencia no parece apropiado en esta ocasión la discusión sobre este aspecto.

No quisiera dejar de mencionar, aunque no puedo precisar su magnitud, que pueden existir problemas operativos y de costos de cierto grado de significación, cuando el esquema de evaluación y control de resultados propuesto es analizado en el estricto marco del proyecto.

Existirán asimismo, una serie de implicaciones metodológicas referidas a la Formulación ex-ante del proyecto. Por ejemplo, entre otras, se me ocurre, que si el proyecto en cuestión tiene un componente de seguimiento para el control y evaluación de sus resultados durante el período de su ejecución, habrá seguramente que desagregar el horizonte temporal de tal proyecto intentando plantear en su formulación ex-ante, los indicadores sintéticos proyectados para cada uno de los sub-períodos del seguimiento (tasa interna de retorno, relación beneficio-costos, etc.).

Para culminar, señálase que a la luz de las breves observaciones aquí hechas, habría que ahondar más en términos de precisiones metodológicas generales no sólo para el esquema de evaluación de resultados aquí propuesto, sino también en término de sus implicaciones para la propia formulación ex-ante de proyectos.

### **3. Arnaldo Veras** — Me gustaría aclarar algunos puntos de los comentarios.

Primero, en cuanto a uso de encuestas para obtención de informaciones primarias, dada la escasez de informaciones al nivel del productor y de mecanismos de captación, en una primera etapa se juzgó más conveniente hacer una encuesta. Esto no quita la posibilidad de usarse en períodos subsiguientes, otros métodos de obtención de datos, tales como lo indicado por los comentaristas u otros métodos. La encuesta sería importante para obtener una mejor caracterización del perfil de las unidades de producción y de consumo a nivel de las diferentes fincas beneficiarias del proyecto.

Segundo, en relación al costo, el equipo que elaboró el esquema estimó un presupuesto cuya suma no era excesivamente alta en relación al costo del proyecto y de su financiación externa.

Tercero, en relación a la diversidad de objetivos y complejidad del proyecto, parece no haber forma de eludir este fenómeno porque es lo que se da en la realidad, cuando los proyectos apuntalan hacia el objetivo de aumento de la producción y productividad del sector, abarcando diferentes actividades complementarias.

Cuarto, en relación al aspecto institucional relacionado con la implantación del sistema de evaluación, efectivamente sería complejo, debido a la necesidad de coordinación de diferentes unidades coparticipantes.

Por último, el esquema de evaluación que se discute efectivamente excede al marco específico del PIDAP. El objetivo de la Secretaría Técnica de Planificación era precisamente generar informaciones no solamente sobre el proyecto pero también a nivel del sector, con el propósito de mejorar las informaciones para planeamiento.

**4. Hernán Tejeda** — Pareciera ser interesante considerar la posibilidad de dejar abiertas las relaciones y no cerrar como parece sugerir el modelo (función Cob - Douglas).

**5. Arnaldo Veras** — Es pertinente la observación, tal como está presentado puede dar esta impresión. Entretanto el equipo al hacer esta primera formulación no pretendía cerrar el modelo. Tanto las funciones matemáticas como el esquema de muestreo deberían ser revistos en el momento de la implementación.

**6. Carlos Fletschner** — El modelo permitirá medir el Desarrollo Agrícola, pero será muy difícil medir el impacto de proyectos específicos por la dificultad de identificar los beneficios generados por cada uno. Ejemplo, el proyecto de Educación.

**7. Arnaldo Veras** — Efectivamente, el efecto de algunos proyectos no se reflejará directa y simultáneamente bajo la forma de beneficios económicos. Sin embargo, el esquema fue montado para captar y cuantificar el efecto conjunto de los sub-proyectos de crédito y tecnificación agropecuaria a nivel de los productores.

En relación al efecto indirecto del proyecto de educación, se trató de dar énfasis en los aspectos cualitativos de la acción del organismo responsable, tales como, calidad de la enseñanza y nivel de aprendizaje. Como ya fue mencionado anteriormente, el esquema pone énfasis a la evaluación de objetivos intermedios o instrumentales que suelen reflejar los objetivos específicos de los diferentes organismos que participan de la ejecución del proyecto.

El equipo de trabajo tenía conciencia de tales dificultades, nacidas de la relativa indefinición de objetivos específicos de los sub-proyectos. La Secretaría Técnica de Planificación planteó la necesidad de definir mejor los objetivos de los sub-proyectos y de establecer un mecanismo de coparticipación de los diferentes organismos ejecutores en todas las fases del proceso de evaluación. Además, se consideraba importante establecer mecanismos permanentes que permitieran evaluar el resultado de la creación institucional después del término del período de desembolso del préstamo.

**8. Diego Paysée** — Hay que subrayar la necesidad de la creación de mecanismos generales de evaluación y no a nivel de cada proyecto específico.

**9. Arnaldo Veras** — En el presente caso, por las características que abarca el PIDAP, el Esquema respondió a este objetivo. Por otra parte, quiero enfatizar la necesidad de aportes metodológicos que faciliten el tratamiento de la toma de decisión cuando se observan desviaciones de resultados en relación al proyectado. Sería interesante analizar la funcionalidad de esquemas metodológicos que adopten el tratamiento probabilístico para reorientar las decisiones sobre la marcha del proyecto.

**ANEXO**



# **ANEXO**

**LISTA DE PARTICIPANTES**





## LISTA DE PARTICIPANTES

## ARGENTINA

*Ing. Agr. Edmundo J. Billard*  
Director Nal. Asistente en Investigación  
INTA  
Rivadavia 1439, 1er. p.  
Buenos Aires

*Ing. Agr. Miguel A. Cauhepé, Ph. D.*  
Investigador, Producción Animal  
EERA - Balcarce, INTA  
Casilla de Correo 276  
Balcarce 7620, Prov. de Buenos Aires

*Dr. Cs. Econ. Adolfo A. Coscia*  
Economista - INTA  
Castelli 540  
Pergamino, Prov. de Buenos Aires

*Ing. Agr. Guillermo E. Joandet, Ph. D.*  
Investigador  
Estación Exp. INTA  
Cerrillos - Salta

*Econ. Juan Carlos Martínez, Ph. D.*  
a/c. Depto de Economía  
INTA - CNIA  
Castelar, Prov. de Buenos Aires

*Ing. Agr. Martín Piñero, Ph. D.*  
Técnico, INTA - CNIA  
Castelar, Prov. de Buenos Aires

*Ing. Agr. Fernando Spinelli Zinni*  
Director Nacional del INTA  
Rivadavia 1439  
Buenos Aires

## AUSTRALIA

*Prof. John L. Dillon, Ph. D.*  
Professor of Agricultural Economics  
University of New England  
Dept. of Agricultural Economics  
Armidale 2351

**BOLIVIA**

*Ing. Agr. Waldo Tellería Polo*  
Encargado, Depto. Genética Vegetal  
Ministerio Asuntos Campesinos y Agricultura  
La Paz

*Ing. Agr. Querubín de la Zerda*  
Jefe de Investigaciones Agropecuarias  
Ministerio de Asuntos Campesinos y Agricultura  
La Paz

**BRASIL**

*Econ. Maier Avruch*  
Asesor  
Banco Regional de Desenvolvimento do Extremo Sul  
Rua Uruguaí 155, 4º andar  
Porto Alegre, RGS

*Econ. Gilberto Bampi*  
Coordenador do Grupo de Macroeconomía do PII - RS  
Secretaría de Planejamento do RGS  
Rua Dr. Flores, 105. Sala 1404  
Porto Alegre, RGS

*Econ. Eduardo A. Pinto Campelo*  
Diretor de Controle  
Ministerio da Agricultura  
Esplanada dos Ministérios, Bloco 8, 6º andar  
Brasília, D.F.

*Econ. Eustaquio José Costa*  
Chefa, Assessoria de Organização e Métodos  
Ministerio da Agricultura  
Esplanada dos Ministérios, Bloco 8, 6º andar  
Brasília, D.F.

*Ing. Agr. Edmundo Gastal, M.S.*  
Director Ejecutivo — EMBRAPA  
Palacio do Desenvolvimento, 9º andar  
Brasília, D.F.

*Ing. Agr. Carlos Tadeu Barros de Paula*  
Assessor de Planejamento, Secretaría Geral  
CEPLAC  
Setor Bancario Sul, Ed. Casa de Sao Paulo, 8º andar  
Brasília, D.F.

*Ing. Agr. Antonio Raphael Teixeira Filho, Ph. D.*  
Chefe de Depto. — EMBRAPA  
Ed. Palacio do Desenvolvimento, 9º andar  
Brasília, D.F.

**CHILE**

*Ing. Agr. Juan Carlos Bresciani, M.S.*  
 Director, Est. Exp. La Platina  
 Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
 Casilla 5423  
 Santiago

*Med. Vet. Carlos A. Dulcié Belloni*  
 Presidente  
 Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
 Casilla 5427  
 Santiago

*Ing. Agr. Sergio Fernando Guerra Marín*  
 Jefe, Grupo Asist. Técnica Internacional,  
 División de Inversiones  
 Oficina de Planificación Agrícola (ODEPA)  
 Teatinos 40, 7º piso  
 Santiago

*Ing. Agr. Hernán R. Tejada Sanhueza, Ph. D.*  
 Coordinador de Investigaciones  
 Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
 Casilla 5427  
 Santiago

**PARAGUAY**

*Ing. Agr. Luis A. Alvarez*  
 Director de la  
 Dirección de Investigación y Extensión Agrop. y Forestal  
 Ministerio de Agricultura  
 Asunción

*Ing. Agr. Oscar Meza Rojas,*  
 Director del Gabinete Técnico  
 Ministerio de Agricultura  
 Casilla de Correos 326  
 Asunción

*Econ. Caferino Rodríguez Benítez*  
 Director de la  
 Oficina Nal. de Proyectos  
 Oliva 685  
 Asunción

*Ing. Agr. Ricardo Samudio Britos, M.S.*  
 Director, Programa de Investigación Ganadera  
 Ministerio de Agricultura  
 Pte. Franco y Alberdi  
 Asunción

## URUGUAY

*Ing. Agr. Marcial Abreu, M.S.*

Técnico, Proyecto Experimentación Integrada  
Centro Investig. Agrícolas "A. Boerger"  
La Estanzuela – Colonia

*Ing. Agr. Juan Vicente Algorta Plá, M.S.*

Técnico, OPYPA  
Colonia 892, p. 5  
Montevideo

*Ing. Agr. Osvaldo Cardozo*

Técnico Adjunto  
Centro Invest. Agrícolas "A. Boerger"  
Avda. Brasil 139  
Treinta y Tres

*Cr. Econ. Alfonso Carluccio Mullin*

Técnico, OPYPA  
Colonia 892, p. 5  
Montevideo

*Ing. Agr. Roberto J. Casás Bernadé, M.S.*

Encargado Proyecto Economía Agrícola  
Dirección General de Invest. Agr. y Tecn.  
Ministerio de Agricultura y Pesca  
Treinta y Tres 1374, 5º piso  
Montevideo

*Ing. Agr. José L. Castro*

Jefe de Proyecto Exp. Integrada  
Centro Investig. Agrícolas "A. Boerger"  
La Estanzuela – Colonia

*Med. Vet. Roberto Cetrángolo*

Jefe, División Información y Estadística  
Dirección de Sanidad Animal  
Colonia 892  
Montevideo

*Ing. Agr. Gabriel Chiara Requena*

Técnico Asistente  
Centro Investig. Agrícolas "A. Boerger"  
La Estanzuela – Colonia

*Med. Vet. Ismael Correa Moreno*

Jefe, Servicios Veterinarios Regionales de Durazno  
Dirección de Sanidad Animal  
Arrospide 548  
Durazno

***Ing. Agr. Martín J. Dabezies Antía***

Becario del IICA  
Treinta y Tres 1374, 5º piso  
Montevideo

***Ing. Agr. Roberto M. Díaz Rosello***

Técnico Asist. Programa de Suelos  
Centro Investig. Agrícolas "A. Boerger"  
La Estanzuela - Colonia

***Ing. Agr. Henry Durán Oudri***

Encargado Unidad Exp. y Demostrativa de Lechería  
Centro Investig. Agrícolas "A. Boerger"  
La Estanzuela - Colonia

***Ing. Agr. John Andrew Grierson, M.S.***

Encargado Dirección  
Estación Experimental del Este  
Av. Brasil 139  
Treinta y Tres

***Ing. Agr. Rodolfo M. Irigoyen***

Técnico, DINACOSE  
Arenal Grande 1532, depto. 801  
Montevideo

***Cr. Econ. Viviane Laffitte***

Encargada  
Subdirección Estudios Económicos  
Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias  
Ministerio de Agricultura y Pesca  
Rincón 422, 6º piso  
Montevideo

***Ing. Agr. Evaristo Lazo Lazo, Ph. D.***

Jefe Departamento Agrícola  
CALNU  
Rbla. B. Brum 3406, ap. 10  
Montevideo

***Econ. Luis Maradar***

Investigador  
Centro de Investigaciones Económicas  
Cnel. Brandzen 1956, esc. 104  
Montevideo

***Ing. Agr. Carlos Más Tejero***

Jefe Proyecto Regional Forrajeras  
Est. Exp. del Este - CIAAB  
Avda. Brasil 139  
Treinta y Tres

***Med. Vet. Juan María Meikle Aguirre***  
Técnico, Dirección de Sanidad Animal  
Colonia 892, piso 7º  
Montevideo

***Ing. Agr. Raúl J. Oficialdegui***  
Técnico 1º,  
Secretariado Uruguayo de la Lana  
Palmar 2170  
Montevideo

***Ing. Agr. Walker Pascale***  
Técnico, DIEA – MAP  
Rincón 422, 3er. piso  
Montevideo

***Ing. Agr. Diego Paysée, M.S.***  
Director  
Oficina de Programación y Política Agropecuaria  
Ministerio de Agricultura y Pesca  
Colonia 892, 5º piso  
Montevideo

***Ing. Agr. Indalecio Perdomo Lafargue***  
Economista Agrícola  
Instituto Nal. de Colonización  
Cerrito y Treinta y Tres  
Montevideo

***Ing. Agr. Carlos Pérez Arrarte, M.S.***  
Técnico, DINACOSE  
Arenal Grande 1532  
Montevideo

***Med. Vet. Raúl C. Piaggio Morelli***  
Med. Vet. Auxiliar  
Sanidad Animal – MAP  
Bv. España 2775, ap. 6  
Montevideo

***Ing. Agr. Domingo Quintans Safi***  
Asist. Cátedra de Adm. Rural  
Facultad de Agronomía  
Guaraní 1340  
Montevideo

***Ing. Agr. Alberto Rodríguez***  
Técnico  
Secretariado Uruguayo de la Lana  
Palmar 2170  
Montevideo

*Ing. Agr. Antonio Saravia, M.S.*  
 Director General  
 Centro de Investigaciones Agrícolas "A. Boerger"  
 Treinta y Tres 1374, 4º piso  
 Montevideo

*Ing. Agr. Oscar Sarroca*  
 Becario  
 IICA  
 Treinta y Tres 1374, 5º piso  
 Montevideo

*Ing. Agr. Jorge E. Schenone Garino*  
 Asistente de Cátedra  
 Facultad de Agronomía  
 Echeverría 602  
 Montevideo

*Ing. Agr. Joaquín Secco García, M.S.*  
 Becario IICA  
 Dirección de Investigaciones Económicas Agropecuarias  
 Casilla de Correo 1706  
 Montevideo

*Cr. Econ. Celia Barbato de Silva*  
 Investigador  
 Centro de Investigaciones Económicas  
 Cnel. Brandzen 1956, esc. 104  
 Montevideo

*Ing. Agr. José Milton Villamil Lucas*  
 Técnico Asistente  
 Est. Exp. Las Brujas – CIAAB  
 Las Piedras – Canelones

## **BID**

*Econ. Alfred Thieme, Jr., M.P.I.A., M.S.*  
 Coordinador, Unidad de Metodología de Proyectos  
 Banco Interamericano de Desarrollo  
 808 17 th Street N.W.  
 Washington, D.C.  
 U.S.A.

## **FAO**

*Sr. Antonio J. Botelho Neia*  
 Representante en Uruguay  
 FAO  
 Rincón 487, piso 6  
 Montevideo

***Ing. Agr. Derek Thomas Chambers***  
Director, Proyecto ARG - 527  
FAQ/INTA Proyecto  
Balcarce, Prov. de Buenos Aires

## **IICA**

***Ing. Agr. Hernán Caballero D., Ph. D.***  
Especialista en Investigación Agrícola  
Dirección Regional Zona Sur  
Casilla 1217  
Montevideo - Uruguay

***Ing. Agr. Miguel Cetrángolo, M.S.***  
Economista Agrícola  
IICA - Paraguay  
Casilla 287  
Asunción - Paraguay

***Cr. Hugo E. Cohan, Ph. D.***  
Economista Agrícola  
IICA - Zona Sur  
Casilla 1217  
Montevideo - Uruguay

***Ing. Agr. Raúl Chiesa Barros***  
Consultor del IICA  
Programa de Inv. Integradas  
Rua Dr. Flores 105  
Porto Alegre, RS  
Brasil

***Econ. Carlos Fletschner, Ph. D.***  
Especialista en Comercialización  
IICA - Argentina  
Moreno 1257, p. 3  
Buenos Aires - Argentina

***Ing. Agr. José D. Marull, Ph. D.***  
Subdirector General Adjunto  
IICA  
Apartado 10281  
San José - Costa Rica

***Ing. Agr. João Samuel Miragem***  
Especialista en Proyectos Agrícolas  
IICA - Zona Sur  
Casilla 1217  
Montevideo - Uruguay

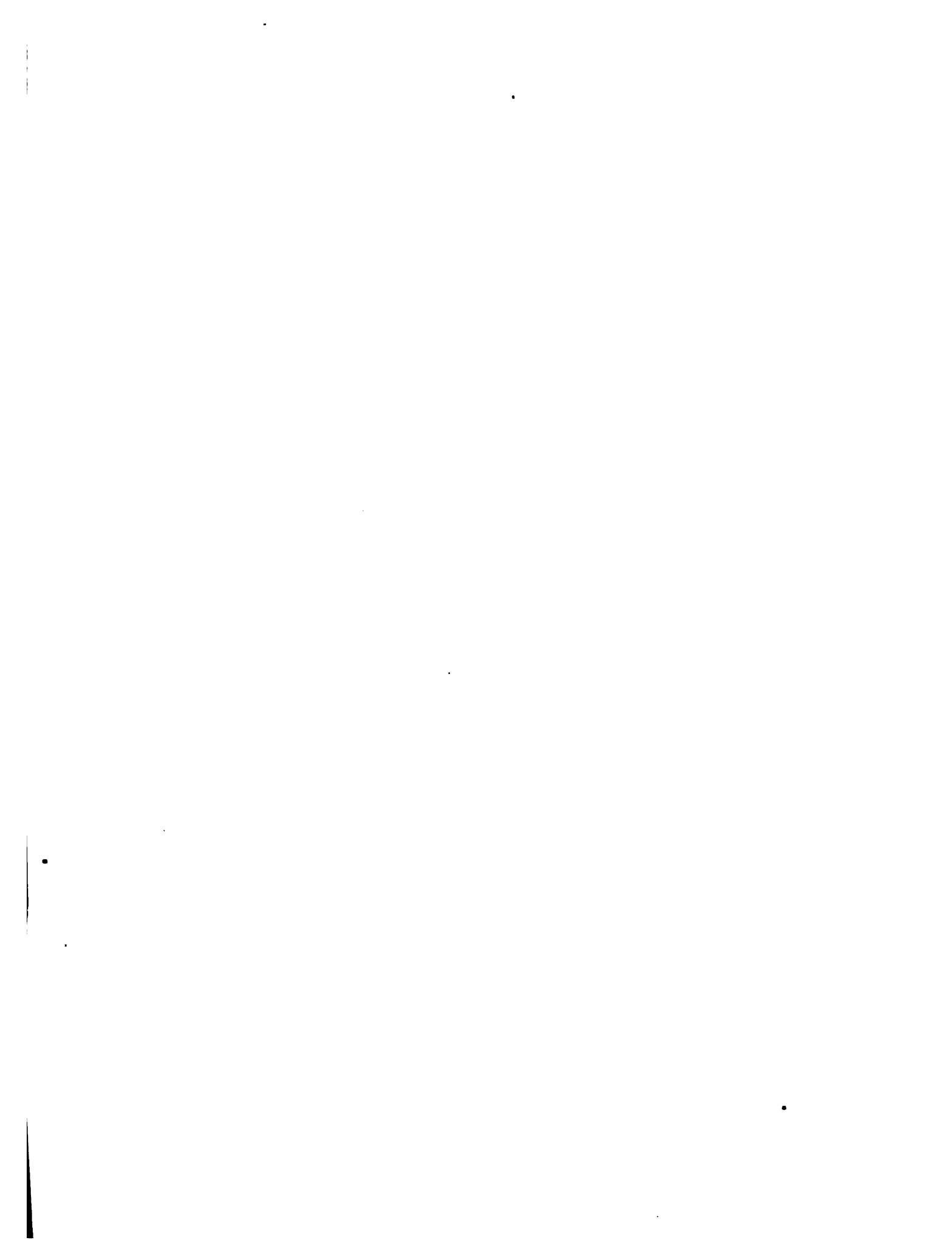


*Ing. Agr. Emilio Montero, M.S.*  
Economista Agrícola  
IICA – Zona Sur  
Casilla 1217  
Montevideo - Uruguay

*Ing. Agr. Manuel Rodríguez Z.*  
Director Regional  
IICA – Zona Sur  
Casilla 1217  
Montevideo - Uruguay

*Econ. Arnaldo Ignacio Veras*  
Economista Agrícola  
IICA – Zona Sur  
Treinta y Tres 1374, 5º piso  
Montevideo







ICER 118

*Metodologías de evaluación*

Autor

*de proyectos de desarrollo*

Título

*Agropecuaria (con inf)*

Fecha  
Devolución

Nombre del usuario

B ENL 1-

*Guacajil*

30 SEP 1991

06 FEB 1997

**IICA**



**DOCUMENTO  
MICROFILMADO**

Fecha: .....