

Reservado Fia



UNIVERSIDAD DE CHILE
FAC. DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE FOMENTO DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL

**AGRICULTURA SUSTENTABLE: EVALUACIÓN
DE POLÍTICAS DE DESARROLLO PARA EL
SECANO COSTERO DE LA VI REGIÓN**

Proyecto de Investigación
XXIX Llamado a Licitación
Registro FIA N° 053/94

Marzo - 1995

**AGRICULTURA SUSTENTABLE: EVALUACIÓN DE POLÍTICAS DE
DESARROLLO PARA EL SECANO COSTERO DE LA VI REGIÓN**

INVESTIGADOR RESPONSABLE : CLAUD J. KÖBRICH G.

FIRMA: _____



**Proyecto de Investigación
XXIX Llamado a Licitación
Registro FIA N° 053/94**

Marzo - 1995

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	3
1. ANTECEDENTES GENERALES	4
1.1 Oponente	4
1.2 Investigadores	4
1.3 Instituciones Participantes	6
1.4 Infraestructura Necesaria	6
1.5 Bibliografía Revisada	6
1.5.1 Agricultura Sustentable	6
1.5.2 Evaluación de la Sustentabilidad	8
1.5.3 Programación Multi-criterio y Sustentabilidad	9
1.5.4 Metodologías de Programación Multi-criterio	12
1.6 Consideraciones Finales	15
2. ANTECEDENTES TÉCNICOS	18
2.1 Objetivos	18
2.2 Metodología y Procedimientos	18
2.2.1 El Modelo Conceptual	18
2.2.2 Definición de los Sistemas de Producción.	22
2.2.3 Tipificación y Caracterización de los Sistemas de Producción	22
2.2.4 El Modelo Prototipo	24
2.2.5 Construcción del Modelo Operativo	28
2.2.6 Formulación y Evaluación de Políticas	30
2.2.7 Comparación y Selección de Políticas	32
2.3 Actividades y Tiempos Estimados	32

2.4 Inversiones y Costos del Proyecto	36
2.4.1 Aportes Solicitados al FIA	36
2.4.2 Aportes Instituciones Participantes	41
3. BIBLIOGRAFÍA	42
4. ANEXOS	47
4.1 Anexo 1: Curriculum Vitae	47
4.1.1 Claus Köbrich Gruebler	47
4.1.2 Mario Maino Menendez	48
4.1.3 Tahir Rehman	50
4.1.4 Judith Gálvez	52
4.1.5 Manuel Casanova Pinto	53

RESUMEN

El paradigma de la agricultura sustentable debe considerar el manejo exitoso de los recursos agrícolas con el fin de satisfacer las cambiantes necesidades humanas y a la vez mantener o mejorar la calidad del medio ambiente y conservar los recursos naturales. En otras palabras, debe ser ambientalmente sana, económicamente viable y socialmente aceptable.

El objetivo general de la presente propuesta es evaluar el impacto que políticas o acciones de desarrollo tienen sobre la sustentabilidad de los sistemas de producción de una micro-región del secano costero de la VI Región. Para ello se procederá a construir un modelo de decisión multicriterio que presenta 2 características particulares. La primera es considerar como funciones objetivos diversos indicadores de la sustentabilidad. Estos son margen bruto y riesgo como indicadores económicos, erosión del suelo como indicador ambiental y distribución del ingreso como indicador social. De esta forma será posible obtener soluciones que logren un balance entre los valores logrados para cada objetivo. La segunda característica del modelo propuesto es la de considerar dos niveles de decisión. El inferior dado por los predios que representan al centro decisor privado de cada uno de los sistemas de producción y el superior que representa el ente de decisión público micro-regional, en este caso INDAP. Ello se logra a través de la construcción de un modelo agregado a partir de los modelos prediales y por el hecho de considerar simultáneamente objetivos públicos y privados.

La evaluación del impacto de las políticas se realizará a través de su inclusión en el modelo agregado. La optimización posterior permitirá obtener soluciones compromiso, que representan los valores más cercanos al ideal para el conjunto de objetivos. A través de la comparación de estas soluciones para cada una de las políticas será posible determinar cual es, desde el punto de vista de la sustentabilidad de la micro-región, la más apropiada.

La duración total del estudio es de 24 meses (abril 1995 a mayo 1997) con un costo total del proyecto es de \$ 14.299.036. Este se desagrega en un aporte de \$ 9.800.000 por parte de las instituciones participantes (en forma de sueldos e infraestructura) y un monto solicitado al FIA que asciende a \$ 4.499.036. Este corresponde a \$ 1.578.595 para inversiones y \$ 2.920.441 a gastos corrientes.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1 OPONENTE

Nombre : Claus J. Köbrich Gruebler
Institución : Departamento de Fomento de la Producción Animal
Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias
Universidad de Chile
Dirección : Av. Santa Rosa 11735, La Pintana
Casilla 2 Correo 15, La Granja
Teléfono 02-678 5503
Fax 02-541 6840
Correo electrónico : ckobrich@abello.seci.uchile.cl

1.2 INVESTIGADORES¹

i. Claus Köbrich

Médico Veterinario (Universidad de Chile), Licenciado en Ciencias Veterinarias y Pecuarias (Universidad de Chile), Maestría en Gestión Agropecuaria (Universidad de Reading, Inglaterra), candidato a doctor en Gestión Agropecuaria (Universidad de Reading, Inglaterra).

Actualmente es Profesor Asistente en Economía Agropecuaria del Departamento de Fomento de la Producción Animal, Universidad de Chile.

Su participación en la presente propuesta será la de Investigador Principal. Participará de una u otra forma en todas las fases de la investigación, coordinando el trabajo entre los diversos participantes. Se estima que dedicará en promedio 22 hrs semanales al proyecto.

1. Los curriculum vitae de los investigadores se adjuntan en el Anexo 1.

KLAUS = 48 hrs / semanales.

ii. **Mario Maino**

Médico Veterinario (Universidad de Chile), Licenciado en Ciencias Veterinarias y Pecuarias (Universidad de Chile), Doctor en Economía Agraria (Universidad Politécnica de Madrid, España).

Actualmente es Profesor Asistente en Economía Agropecuaria del Departamento de Fomento de la Producción Animal, Universidad de Chile.

En la investigación su rol se centrará en las etapas de tipificación, modelación y elaboración de políticas de desarrollo. Su dedicación al proyecto será en promedio de 5 hrs semanales, concentrándose ésta en los primeros meses. También cumplirá funciones de Investigador Alterno.

20 hrs.

iii. **Tahir Rehman**

Bachiller en Ciencias (West Pakistan Agricultural University), Maestría en Economía Agraria (West Pakistan Agricultural University), Doctorado en Economía Agraria (University of Reading, Inglaterra).

Actualmente es Profesor Asociado de Administración Agrícola, Departamento de Agricultura, Universidad de Reading (Inglaterra). Además es miembro de la Unidad de Sistemas y Administración Agrícola y Rural (Departamentos de Economía Agrícola y Agricultura, Universidad de Reading).

Su aporte se centrará en las fases de modelación, optimización y evaluación y selección de políticas. Dedicará en promedio 5 hrs. semanales al proyecto.

20 hrs.

iv. **Judith Gálvez**

Extensionista de la Comunidad Rural (Universidad de Chile), Doctor en Economía (Universidad de Montpellier y Sorbone, Francia).

Actualmente es Profesor Asistente de Sociología Rural, en el Departamento de Manejo de los Recursos Forestales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile.

En este proyecto su labor se centrará en las etapas de tipificación y formulación e inducción de políticas. Se estima una participación de 3 hrs semanales en promedio.

12 hrs

v. **Manuel Casanova**

Ingeniero Agrónomo (Universidad de Chile), Licenciado en Agronomía (Universidad de Chile), Diploma de International Soil Conservation Course (Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala). Diploma de Curso de Planos Topográficos para Proyectos de Tecnología de suelos (Universidad de Buenos Aires, Argentina).

Actualmente es Profesor Instructor en el Departamento de Ingeniería y Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile.

Será el encargado de realizar las estimaciones de pérdidas de suelo y prestar asesoría en algunos aspectos agronómicos del proyecto. Su participación se estima en 2 hrs. semanales, concentradas en el primer año del proyecto.

8 hrs.

vi. **Pablo Villalobos**

Ingeniero Agrónomo (Universidad de Chile).

Actualmente es Director Regional del Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP, VI Región.

Su participación en el proyecto se centrará en apoyar el trabajo de terreno, así como actuar como representante de un organismo público en las fases de definición, evaluación y selección de políticas.

1.3 INSTITUCIONES PARTICIPANTES

Universidad de Chile, Departamento de Fomento de la Producción Animal, Departamento de Desarrollo Rural y Departamento de Ingeniería y Suelos

Universidad de Reading (Inglaterra), Departamento de Agricultura

INDAP, Dirección Regional, VI Región

Es importante destacar que la presente propuesta forma parte integral del programa de doctorado que realiza el Dr. Köbrich en la Universidad de Reading. Dicho trabajo se inició con el desarrollo de su memoria de maestría sobre la utilización de modelos multi-criterio para evaluar la sustentabilidad de la agricultura.

Además cuenta con el patrocinio del Centro de Políticas Públicas de la Universidad de Chile, en el marco del Programa de Desarrollo Sustentable.

1.4 INFRAESTRUCTURA NECESARIA

- i. Vehículos: Dentro de la metodología propuesta, la realización de encuestas es una etapa fundamental. Para realizar las visitas a los campesinos se requiere de vehículos, los que serán puestos a disposición por la Universidad de Chile.
- ii. Computador: Tal como se desprende del capítulo de metodología, la disponibilidad de un computador es esencial para la realización de esta propuesta. Es altamente conveniente que este sea de tipo portátil, ya que de esta forma permite su traslado entre Santiago y Rancagua, facilitando el realizar trabajos analíticos en ambas ciudades.
- iii. Oficinas y mobiliario: Estos serán puestos a disposición de acuerdo a su necesidad por cada una de las instituciones participantes.
- iv. Equipos de comunicaciones: Debido a la dispersión geográfica de las tres instituciones participantes, las comunicaciones jugarán un papel importante en el desarrollo del proyecto. Para ello se cuenta además de teléfonos y Fax, de conexión a la red internacional de comunicaciones Internet, que permite la transmisión de correo electrónico dentro de Chile y desde Chile a Inglaterra. El acceso a dicha red será aportada por ambas Universidades.

1.5 BIBLIOGRAFÍA REVISADA

1.5.1 AGRICULTURA SUSTENTABLE

La década de los 80 ha visto nacer el paradigma de la agricultura sustentable. Se basa en la percepción que tanto la agricultura moderna como la tradicional tienen efectos negativos sobre el medio ambiente y los recursos naturales. Las prácticas agrícolas actuales no aseguran que generaciones futuras tendrán acceso a una calidad de vida similar a la que disfrutamos hoy en día. Por ello, de la solución del problema ambiental dependen las condiciones en que viva la comunidad en el futuro (Figueroa, 1994). Esto es conocido como el problema intergeneracional.

Dentro de esta percepción general, existen diversas aproximaciones a la definición de agricultura sustentable. Una visión se caracteriza por la implementación de prácticas que no utilizan insumos externos (tales como energía, fertilizantes y agroquímicos). La agricultura orgánica y la LISA (Low-Input Sustainable Agriculture) son ejemplos de esta corriente. Una visión de corte ecologista define sustentabilidad como la resiliencia de los sistemas productivos (SP), esto es la capacidad de un ecosistema de volver a su estado inicial luego de haber sido expuesto a una perturbación (Conway y Barbier, 1990). Una tercera visión reconoce que la agricultura sustentable debe combinar un bajo impacto negativo ambiental con una mantención o mejoramiento de la productividad (Ruttan, 1990; Tandon, 1990). En este contexto, FAO define que la agricultura sustentable debe considerar el manejo exitoso de los recursos agrícolas con el fin de satisfacer las cambiantes necesidades humanas y a la vez mantener o mejorar la calidad del medio ambiente y conservar los recursos naturales (FAO, 1989). En otras palabras, los criterios que determinan la sustentabilidad de la agricultura (o de cualquier otra actividad económica humana) son que sea *ambientalmente sana, económicamente viable y socialmente aceptable*. ✓

Esta aproximación, especialmente relevante para países en vías de desarrollo, está de acuerdo con la visión que el desarrollo agrícola debe ser evaluado de acuerdo a los criterios de productividad, estabilidad, equidad y resiliencia (Conway y Barbier, 1990). ✓

Por otro lado, el desarrollo sustentable debe ser visualizado desde una perspectiva sistémica., es decir que el todo es más que la suma de las partes. Desde este punto de vista cada unidad dentro de un sector (predios en el caso de la agricultura) presenta objetivos, recursos, actividades (procesos) y un medio ambiente (económico, social, natural, político, etc.), así como también un gestor o centro decisor que define los objetivos y utiliza sus recursos en las diferentes actividades, de forma tal de satisfacer sus objetivos (Churchman, 1968). Bajo esta perspectiva, cada sistema es parte de un sistema superior que también presenta objetivos, recursos, procesos, ambiente y centro decisor. En otras palabras, se debe reconocer que los efectos ambientales, económicos y sociales no son producto únicamente de un proceso determinado, sino que de la combinación de las partes antes mencionadas. Según Norman (1980) un sistema es el resultado de la interacción compleja de muchos componentes mutuamente dependientes. En el centro de este proceso se encuentra el productor. Pero además, la producción del predio y las decisiones del grupo familiar están estrechamente ligadas, por lo cual deben ser analizadas en la investigación de sistemas. Por lo tanto, el funcionamiento del predio campesino se entiende como un complejo sistema, compuesto por el ✓

grupo familiar, el predio y sus recursos, en permanente interacción con su entorno socioeconómico y ecológico y cuya función es el logro de sus objetivos (Valenzuela y González, 1987).

Este enfoque, según Berdegú y Larrain (1987) constituye una alternativa eficaz para cumplir los objetivos y es apropiado a las condiciones del campesinado chileno y de su producción. Cuenta con un sólido fundamento científico y recoge una vasta experiencia en muchos países en vías de desarrollo económico. Berdegú y cols. (1988) señalan por qué las unidades campesinas productivas son posibles de analizar bajo un enfoque de sistemas, mencionando lo siguiente:

- i. Tienen objetivos como unidad (objetivos sistémicos).
- ii. Forman parte de una jerarquía de sistemas: están insertos en un suprasistema ecohistórico y están compuestos por subsistemas. Existen circuitos de flujo de materia y energía, de información y de dinero, entre cada uno de estos niveles jerárquicos.
- iii. Tienen estructura y funcionamiento. Es decir, procesan en forma organizada distintos niveles de materia y energía, de información y dinero.
- iv. Tienen permanencia en el tiempo.

1.5.2 EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD

Este nuevo paradigma requiere contestar preguntas tales como “¿es un sistema sustentable?”, “¿cuál sistema es más sustentable?” o “¿está la sustentabilidad cambiando en el tiempo?” (Harrington, 1992). Si se considera la sustentabilidad desde el punto de vista de los criterios antes expuestos, la respuesta a estas preguntas ha sido frecuentemente eludida o expresada en forma muy dogmática. Existe una gran variedad de tecnologías que se dicen sustentables, pero cuya sustentabilidad, al menos en el sentido amplio antes expuesto, nunca ha sido evaluada (algunos ejemplos se pueden encontrar en Ragland y Lal, 1993).

En otras palabras, es necesario desarrollar metodologías que permitan operacionalizar el concepto y con ello la sustentabilidad de las acciones de desarrollo propuestas para los diferentes SP. (¿que es?)

Un método se basa en la productividad de los factores totales o PFT (Lynam y Herdt, 1989), que corresponde a la relación entre el valor de todos los productos y de todos los insumos. Ello requiere estimar las cantidades y los valores marginales sociales de productos e insumos ambientales no comercializables y por ello sin precio (Crosson y Anderson, 1993). Medidas relacionadas son productividad total (Harrington y cols., 1994), que incluye costos extra prediales y ambientales, y la PFT intertemporal e interest espacial que incluyen la contribución no valorada de los recursos naturales y los flujos no valorados de producción (Ehui y Spencer, 1993). La PFT intertemporal evalúa los cambios en un sistema entre períodos de tiempo y la intergeneracional compara un sistema con otro, en un momento determinado. Problemas asociados al uso de PFT es la valoración de todos los productos e insumos, una evaluación *ex-post* de la sustentabilidad y la expresión de todos las variables en términos de un criterio económico.

Otros métodos se basan en el uso de indicadores de sustentabilidad. Ellos pueden corresponder a la agregación de un conjunto de variables y/o estar asociados a un valor umbral (máximo o mínimo). Ejemplos incluyen:

- i. Indicadores de calidad ambiental y impacto ecológico, productividad y nivel socioeconómico (Neher, 1992).
- ii. Indicadores agro-ecológicos para evaluar las tendencias de importancia ambiental, los impactos agrícolas ambientales, y las interacciones entre las políticas y los mercados en agricultura y medio ambiente (Parris, 1994).
- iii. Índice de sustentabilidad aproximada, basado en la agregación de indicadores de productividad, equidad, resiliencia y estabilidad (Gutierrez-Espeleta, 1993).
- iv. Índice de sustentabilidad ambiental, definido para una unidad de manejo homogénea y que se basa en la agregación de indicadores de productividad, estabilidad y degradación, integrados sobre un período particular de tiempo (Sands y Podmore, 1994).

Desventajas de estos métodos es que los "trade-offs" (intercambios) entre determinantes no pueden ser considerados y que la agregación de valores puede ocultar problemas específicos.

Otros proponen el uso de PFT asociado a niveles umbrales (Spencer y Swift, 1992), el análisis de tendencias agregadas en los niveles de producción y rendimientos (Harrington, 1992), el cálculo de un cociente de sustentabilidad, medido como la proporción del ingreso que quedaría una vez que todos los costos ambientales fuesen cubiertos (Van Der Pol, 1992), técnicas de contabilidad de recursos naturales (Faeth, 1993) y análisis de costo-beneficio (ver por ejemplo Pearce y cols., 1990; Johnsen, 1993; y de Janvry y Santos, 1994).

Finalmente, a partir de los años 80, diversos autores han comenzado a utilizar metodologías multi-criterio para analizar el efecto que políticas de desarrollo tienen sobre parámetros económicos y ambientales. La principal fortaleza de esta metodología consiste precisamente en considerar simultáneamente diversos objetivos o criterios en sus propias escalas (Spencer y Garuti, 1994). Dentro de las metodologías multi-criterio, los modelos lineales han sido utilizados con mayor frecuencia. Su atractivo radica fundamentalmente en que (Wossink y cols., 1992):

- i. Muchas actividades y restricciones pueden ser considerados simultáneamente.
- ii. Envuelve un procedimiento explícito y eficiente para encontrar un óptimo.
- iii. Por intermedio de variación paramétrica de variables, se pueden realizar análisis de sensibilidad.
- iv. Nuevas técnicas de producción pueden ser incorporadas.

1.5.3 PROGRAMACIÓN MULTI-CRITERIO Y SUSTENTABILIDAD

Köbrich (1993) realiza una revisión del uso de modelos de programación lineal con uno o varios objetivos para el análisis de dichos parámetros. La Tabla 1.1 resume algunos modelos lineales usados en análisis económico-ambiental. Las siguientes conclusiones pueden ser derivadas de su uso:

- i. Intercambios entre objetivos: Una vez que el problema ambiental es incluido en el modelo, los trade-offs entre aspectos económicos y ambientales pueden ser hechos explícitos y evaluados. De esta forma, por ejemplo una disminución en la pérdida de suelo puede ser expresada en términos de menores beneficios (Turvey, 1991). En términos de Schans (1991) "los efectos ecológicos pueden ser cuantificados en términos de efectos económi-

cos en una escala continua entre un mínimo y un máximo nivel alcanzable". Estos intercambios pueden entonces ser usados para encontrar una solución compromiso que considere los objetivos económicos y ambientales.

- ii. Manejo: La implementación de las soluciones óptimas implica una mayor capacidad de gestión, debido a la inclusión de nuevas actividades o prácticas o al cambio de los programas de rotación.
- iii. Políticas: Los modelos son una valiosa herramienta para determinar el efecto de políticas de desarrollo sobre la producción y el impacto ambiental de los sistemas de producción. Por lo tanto, estas técnicas debiesen ser utilizadas para evaluar el efecto de políticas agropecuarias específicas (por ej. Zekri y Romero, 1991) o para seleccionar las políticas de desarrollo más adecuadas (por ej. Turvey, 1991).
- iv. Datos: Modelos de simulación pueden ser utilizados para generar la información referente a los SP o el medio ambiente, información que luego es utilizada en los modelos de optimización (por ej. Deybe y Flichman, 1991).
- v. Métodos: Modelos con objetivos simples o múltiples pueden ser utilizados, por ej. LP, GP, o MOL. No existe reglas para la selección de cualquiera de ellas, debido a que la superioridad de cada una de ellas depende de las características y de la naturaleza del problema específico (Rehman y Romero, 1993).
- vi. Problema ambiental: Puede ser incluido en el modelo como un objetivo (por ej. Shakya y Leuschner, 1990), como una restricción (por ejemplo Wossink y cols., 1992), como una actividad (Martin y cols., 1991), como un parámetro (Turvey, 1991) o afectando el cociente de un objetivo, meta, o restricción (Zekri y Romero, 1991). En otros casos sólo es un resultado adicional al modelo (Deybe y Flichman, 1991).
- vii. Escala: Los modelos pueden representar un cultivo, un predio o una región determinada. El nivel de agregación depende del problema bajo análisis.

Sin embargo, es importante destacar que los modelos descritos en la Tabla 1.1 presentan una serie de inconvenientes. En primer lugar todos presentan una estructura de un solo nivel, ya sea regional o predial. Los modelos regionales (Deybe y Flichman, 1991; Zekri y Romero, 1991) no presentan una desagregación a nivel predial, la que es fundamental debido a que es en este nivel en el cual se toman las decisiones (Reijntjes y cols., 1992). Además, las respuestas frente a políticas o cambios del ambiente puede variar según cual sea el SP considerado. En segundo lugar, un sólo trabajo realiza una evaluación explícita de la sustentabilidad (Niño de Zepeda y cols., 1994), aunque desde un punto de vista medioambiental. Los demás comparan resultados económicos con efectos ambientales. En tercer lugar, los modelos prediales por lo general carecen de un estudio que valide la representatividad del SP considerado.

Tabla 1.1 Resumen de las principales características de los modelos revisados.

AUTOR	PROPOSITO	FUNCION OBJETIVO	CONSIDERACION DEL AMBIENTE	ORIGEN DE LOS DATOS AMBIENTALES	TRATAMIENTO DEL TIEMPO
Shakya y Leuschner, 1990	Optimizar las estrategias de manejo	Max producción de alimento Max producción de combustible Max producción de forraje Min pérdida de suelo Min costo	En función objetivo	No se indica	5 periodos de 5 años cada uno, sin considerar traspasos
Turvey, 1991	Estudiar efecto de niveles máximos aceptables de pérdida de suelo	Max utilidades	A través de variación paramétrica de la pérdida máxima de suelo	Uso del modelo GAMES	1 periodo de 2 años
Wossink y cols., 1992	Analizar instrumentos de política ambiental	Max margen bruto	Como restricciones de máxima descarga de químicos y N	Modelo que transforma datos sobre uso en datos sobre descarga	1 año
Martin y cols., 1991	Optimizar manejo bajo 3 sistemas de aradura	Max ingreso neto	En las actividades	Datos experimentales sobre cada sistema de aradura	Evaluado para 9 diferentes años
Zekri y Romero, 1991	Estudiar los efectos de incentivos a sistemas de irrigación	Max valor presente neto Max uso del trabajo Min variación en uso de trabajo Min uso de agua Min uso de energía	En los coeficientes de una meta	Datos de campo	1 periodo de 2.5 años
Niño de Zepeda y cols., 1994	Optimizar el sistema de manejo	Max margen bruto Min indicador de sustentabilidad	Como una meta en la función objetivo	Datos de campo y USLE	1 año
Deybe y Flichman, 1991	Determinar el efecto de cambios económicos	Max superávit de producción regional	Como resultado del modelo	Generada por modelo EPIC	1 periodo de 1 años
Schans, 1991	Determinar las estrategias de manejo óptimas	Max margen bruto Min tubérculos de baja calidad Min infestación por PCN Min uso de pesticidas Min pérdida de N	En función objetivo	Generada por modelo PCSG	1 año
Zhu y cols., 1993	Simular el efecto del uso res-tringido de N	Max valor presente neto Min pérdida de N Min pérdida de suelo	En función objetivo y como parámetro	Generada por modelo CREAMS	Múltiples años considerando traspasos

1.5.4 METODOLOGÍAS DE PROGRAMACIÓN MULTI-CRITERIO

La modelación es una metodología que permite construir sistemas de producción agropecuarios mediante el uso de ecuaciones matemáticas que representan las relaciones existentes entre los diversos componentes del sistema. Un modelo es por lo tanto un conjunto de ecuaciones que representan el comportamiento de un sistema. En agricultura, los modelos han contribuido a (adaptado de France y Thornley, 1984):

- i. Proveer de una descripción cuantitativa y de un mejor entendimiento de procesos biológicos.
- ii. Resaltar áreas en las cuales existe falta de conocimiento, lo que se conoce como el proceso heurístico en la construcción de los modelos.
- iii. Presentar a los centros decisores el conocimiento disponible en una forma fácil de usar.
- iv. Resaltar los beneficios socioeconómicos de los métodos diseñados a través del proceso de investigación y desarrollo.
- v. Proveer de instrumentos que permiten juntar el conocimiento de las partes y con ello incrementar el conocimiento del todo.
- vi. Resumir información y proveer de un método para interpolar y extrapolar.
- vii. Hacer un mejor uso de la información disponible.
- viii. Realizar predicciones sobre cambios en los sistemas.

En el campo de la programación matemática existen distintos enfoques paradigmáticos para analizar el problema de la toma de decisiones en el contexto de objetivos múltiples. Estos pueden ser clasificados en tres grandes grupos, de acuerdo con el momento en el que se requiere la definición de las preferencias por parte del centro decisor, sobre determinados niveles de logro de los distintos objetivos (Cohon, 1978; Hwang y Masud, 1979; y Duckstein, 1984).

- i. Técnicas que requieren "a priori" una definición de las preferencias por parte del centro decisor: programación por metas, método de Haime-Hall y programación compromiso
- ii. Técnicas que requieren una definición progresiva de las preferencias por parte del centro decisor: Método STEP, método Zionts-Wallenius, método Geoffrion, método SEMOPS, método del Valor de las Sustituciones, método de Roy, método de Vincke y método de Vanderpooten. Estas se conocen con el nombre de técnicas interactivas, ya que requieren que se establezca una interacción entre el centro decisor y el analista
- iii. Técnicas que requieren "a posteriori" una definición progresiva de las preferencias por parte del centro decisor: programación multi-objetivo

Antes de entrar a detallar los distintos enfoques de la programación multi-criterio se presentarán algunos conceptos básicos.

- i. **Atributo:** Son valores del centro decisor relacionados con una realidad determinada. Esos valores son medibles y pueden ser expresados por funciones matemáticas de las variables de decisión. El margen bruto, el riesgo, la tierra disponible, etc. son ejemplos de atributos.

- ii. **Objetivo:** Representan la maximización o la minimización de las funciones matemáticas que representan los atributos. Así maximizar el margen bruto, minimizar el riesgo, etc. son ejemplos de objetivos.
- iii. **Nivel de aspiración:** Se define como el nivel aceptable de logro para un atributo.
- iv. **Meta:** Es la combinación de un atributo con un nivel de aspiración. Así generar un margen bruto de \$1,000,000 constituye un ejemplo típico de meta.
- v. **Restricción:** Tiene la misma estructura matemática y la misma apariencia formal que las metas. Sin embargo se diferencian en el significado que se le asigne al segundo miembro de ambas inequaciones. En el caso de las restricciones el segundo miembro debe satisfacerse para poder tener una solución posible, mientras que en las metas el nivel de aspiración puede o no ser alcanzado. Es decir, las metas permiten ciertas violaciones de las inequaciones, situación que no es posible en el dominio de las restricciones.
- vi. **Criterios:** Comprende los atributos, objetivos o metas de un centro decisor, relevantes para un problema de toma de decisión.
- vii. **Óptimos de Pareto:** El conjunto eficiente está formado por soluciones posibles (esto es, que cumplen las restricciones) tales que para cada solución no perteneciente al conjunto eficiente (pero dentro del dominio de lo posible) existe una solución Pareto óptimo para la que todas las funciones objetivos pueden alcanzar el mismo o mejor resultado siendo necesariamente mejor para al menos un objetivo (Romero y Rehman, 1989).
- viii. **Intercambios:** El intercambio entre dos objetivos, mide lo que se sacrifica de un objetivo, frente a una mejora unitaria del otro.

A continuación se describirán algunos de los métodos más utilizados en el campo de la programación matemática (extractado de Maino y cols., 1993)

Programación por Metas (PPM)

Este método consiste esencialmente en incluir los objetivos como metas en el modelo. La función objetivo del modelo consiste en la minimización de las desviaciones (positivas o negativas) que hay entre el nivel de logro de cada una de las metas y su correspondiente nivel de aspiración. De esta forma la solución del problema pasa por minimizar un objetivo único.

En el establecimiento de la función objetivo se observan dos variantes de esta técnica. En la primera, llamada programación por metas ponderadas, todas las metas son incluidas simultáneamente en una función objetivo agregada (función de logro) que minimiza la suma de todas las desviaciones existentes entre las metas y sus niveles de aspiración. Las desviaciones se ponderan de acuerdo con la importancia relativa que cada una de las metas tiene para el centro decisor. La segunda o programación por metas lexicográficas requiere que se determinen previamente las prioridades asociando a cada objetivo o grupo de objetivos un nivel de prioridad. El proceso de optimización es de tipo jerárquico, de forma tal que la optimización de un segundo nivel no deberá modificar el óptimo de los niveles superiores.

Programación Compromiso (PC)

Este método, desarrollado por Zeleny (1982) tiene su base teórica en el axioma de la elección. Según éste "alternativas que se encuentran más cercanas al ideal son preferidas a aquellas que se encuentran más distantes. Estar tan cerca como sea posible del ideal percibido es la racio-

nalidad de la decisión humana" (pág. 156). Este ideal corresponde a un punto en que todos los objetivos alcanzan su valor óptimo (y que por lo tanto no es factible). La programación compromiso define la solución óptima como la solución eficiente que se encuentra más próxima a este ideal. De acuerdo con esto, se debe calcular la distancia existente entre cada solución eficiente, que corresponde a un punto de la curva de intercambio, y el punto ideal. Para medirla se introduce la siguiente familia de funciones de distancia:

$$L_p = \left| \left(\sum_{j=1}^k \alpha_j d_j \right)^p \right|^{1/p}$$

donde α_j : ponderación para el objetivo j

d_j : distancia entre el valor del objetivo j y su ideal

p : métrica utilizada ($p=1, \infty$). De ellas $p=1$ y $p=\infty$ pueden ser resueltas por medio de programación lineal

Método interactivo STEP (también llamado STEM)

Este método, puede ser aplicado a problemas continuos y discretos así como también a problemas lineales y no lineales. El método STEP requiere inicialmente la construcción de una matriz que recoja los valores óptimos para cada objetivo y los valores asociados a dicha solución para los demás objetivos. El vector ideal está representado por la diagonal de la matriz. Estos valores no son alcanzables (por tratarse de objetivos en conflicto), pero sirven como estándares para evaluar las soluciones no dominadas. El algoritmo de solución consiste en dos pasos. Primero se alcanza la solución no dominada más próxima, en el sentido del minimax, a la solución ideal. Luego el centro decisor compara el vector solución con el vector ideal e indica primero si la solución le satisface o no. En caso negativo, debe expresar qué objetivo de la solución puede desmejorarse para obtener un beneficio en otro que se encuentre en un nivel insatisfactorio. Este proceso se repite hasta que el centro decisor indique estar conforme con la solución.

Programación Multi-objetivo (PMO)

Como es imposible definir un óptimo cuando existen varios objetivos en conflicto, la programación multi-objetivo en vez de buscar una solución óptima, trata de encontrar un conjunto de soluciones eficientes no dominadas u óptimos de Pareto. Es decir se busca:

$$\text{Eff } Z(x) = [Z_1(x), Z_2(x), \dots, Z_p(x)]$$

Sujeto a $x \in F$

donde Eff : significa la búsqueda de soluciones eficientes en el conjunto a optimizar

$Z(x)$: función objetivo p -dimensional (p objetivos)

F : conjunto factible.

Para generar o al menos aproximar el conjunto eficiente existen una serie de enfoques, los que incluyen el método de las Ponderaciones, el método de las Restricciones, el método NISE y el método Simplex Multiobjetivo.

Comparación entre los métodos

Uno de los mayores problemas que presenta la PPM y la PC es la gran cantidad de información que necesita para su aplicación. De una u otra forma ambas requieren que se asignen ponderaciones específicas a cada uno de los objetivos en cuestión. Más aún la PPM necesita una definición clara de los niveles de aspiración para cada uno de los objetivos en cuestión. Por el contrario, la PMO no requiere información sobre niveles de aspiración y la articulación de las preferencias sólo se necesita una vez obtenido el conjunto eficiente.

En relación con la información generada, la PPM da los valores (en el campo de los objetivos) correspondientes a una única solución. En contraposición, la información aportada por la PMO es amplia ya que responde a todas las soluciones eficientes. Sin embargo, es ésta la principal debilidad de este método ya que, por una parte determina que su eficiencia operativa sea peor y con un costo computacional mayor (Willis y Perlack, 1980) y, por otra sobrecarga el centro decisor con información, dificultando así la toma de decisión (Romero, 1985).

Desde un punto de vista operacional, la PMO limita su campo de análisis a problemas con 2 o 3 objetivos, ya que un mayor número dificulta la comparación de soluciones eficientes. Los métodos interactivos también presentan limitaciones similares. Por otro lado y desde un punto de vista teórico, PPM y PC no tiene limitaciones con respecto al número de objetivos. Por ello no es raro encontrar aplicaciones con 3 o más objetivos.

1.6 CONSIDERACIONES FINALES

Uno de los problemas a los que se enfrenta el ente político es seleccionar la mejor política a partir de un conjunto de alternativas. Para el caso específico del secano costero de la VI Región, INDAP requiere evaluar las acciones desarrollo, considerando la política del gobierno de crecimiento con equidad, la integración de los campesinos a los mercados, además de los objetivos de los propios productores. Si a ello se agrega el creciente interés por la protección del medio ambiente, resulta un problema complejo que debe ser analizado considerando objetivos de tipo privado y público así como los criterios de viabilidad económica, consideración ambiental y aceptabilidad social. Esta situación es reconocida en el Programa del actual gobierno, el que en lo referente a la gestión económica ambiental, reconoce, entre otros, la necesidad de “desarrollar las técnicas de análisis y las informaciones necesarias para incorporar a los procesos de toma de decisión del estado (gestión pública) la inclusión de los beneficios globales de la correcta gestión ambiental pública y privada de los recursos naturales renovables” (Kerrigan, 1994).

Bajo esta perspectiva desarrollo sustentable implica considerar al menos:

- i. Producción: Aumento o mantención de ella, ya que la base del desarrollo económico es un aumento de los ingresos y esta por lo general se logra por vía de la venta de un mayor producto.
- ii. Seguridad: El sistema de producción desarrollado debe resistir fluctuaciones del ambiente económico, ambiental, social, etc., mejor o igual que el sistema preexistente.
- iii. Protección del recurso natural: Condición necesaria para mantener los niveles de producción en el futuro es proteger los recursos naturales, especialmente suelo y agua. Este quizás sea uno de los aspectos más debatidos en la literatura sobre sustentabilidad, ya que

incluye argumentos, tales como cero uso de insumos externos o aumento de la biodiversidad, los que pueden llegar a ser incompatibles con mantención de la producción.

- iv. Equidad: Todos los participantes del proceso de desarrollo se deben beneficiar de él para que éste sea socialmente justo y con ello establecer las bases para ser aceptable.

Un segundo aspecto a considerar, además de la sustentabilidad del desarrollo, es la variedad de **sistemas de producción (SP)** existentes. Esta realidad ha sido reconocida en INDAP y abordada a través de la definición de unidades operativas, llamadas micro-regiones, y orientaciones productivas dentro de dichas unidades. Dependiendo de las características de cada SP las políticas o acciones de desarrollo podrán tener diferentes efectos sobre cada uno de los criterios utilizados en su evaluación.

Y en tercer lugar, el proceso de elaboración de acciones de desarrollo requiere de un **componente participativo** para poder maximizar la adopción del programa elaborado. Esta participación se refiere a la interacción entre beneficiarios, técnicos y entes políticos.

En resumen, los siguientes aspectos deben ser considerados al definir cual(es) acción(es) de desarrollo se implementará(n) en una región o micro-región determinada:

- i. Desarrollo sustentable implica satisfacer simultáneamente múltiples objetivos, relacionados con producción, seguridad, protección ambiental y equidad.
- ii. Las acciones de desarrollo afectan diversos SP.
- iii. La formulación de acciones de desarrollo es un proceso participativo.

Bajo esta marco de referencia, los modelos de decisión multi-criterio (MDMC) permiten aproximar respuestas al problema de definir las políticas o acciones de desarrollo más adecuadas o factibles. Los MDMC son una extensión de la programación lineal, que permite optimizar el modelo en cuestión de acuerdo a varios criterios u objetivos simultáneamente.

El concepto detrás de estos modelos es que el centro decisor (es decir la persona que toma las decisiones) posee una serie de recursos (por ejemplo, capital, trabajo, tierra, etc.) que puede distribuir en diferentes actividades productivas (por ejemplo trigo, maíz, vacas, etc.). Existen múltiples posibilidades de hacer esto pero sólo un conjunto reducido de ellas generarán valores óptimos en sus objetivos. El problema radica entonces en determinar este conjunto.

En concreto, la presente propuesta busca ayudar en la elaboración de una metodología que permita construir dichos modelos con el fin de incorporar en ellos acciones de desarrollo para evaluar su posible impacto sobre los SP considerados. Una vez que el modelo se haya evaluado con todas las alternativas de desarrollo existentes (y/o combinaciones de ellas), se procederá a comparar sus efectos, con el fin de determinar cual es la más adecuada bajo las condiciones consideradas.

Una aproximación de este tipo permitirá al menos clasificar acciones de desarrollo de acuerdo a los siguientes criterios:

- i. No factibles: bajo las condiciones actuales no serán adoptadas ya que logran valores en los objetivos peores a los actuales.
- ii. Factibles: alternativas que mejoran el estado de los SP (en algunos o todos los objetivos). Este grupo se podrá a la vez subdividir entre mejores y peores alternativas, de acuerdo a los valores alcanzados en las funciones objetivos.

También es muy importante resaltar que el proceso de modelación no sólo contribuye a encontrar soluciones a los problemas planteados, sino que ayuda a entender el funcionamiento y la racionalidad existente detrás de cada SP. Este es un resultado enormemente subvalorado en la aplicación de modelos de decisión.

Además, conviene indicar que los requerimientos de información para construir estos modelos no son exageradamente detallados, permitiendo generar una pronta respuesta a los problemas planteados. En este sentido, la micro-regionalización implementada por INDAP dentro de cada región es un gran avance en términos de la presente propuesta.

2. ANTECEDENTES TÉCNICOS

¡FALTA OBJETIVO GENERAL?

2.1 OBJETIVOS

- i. Evaluar a priori la factibilidad de introducir nuevas tecnologías a sistemas de producción campesinos y el efecto que ellas tienen sobre los indicadores económicos y ambientales.
- ii. Evaluar la sustentabilidad de los sistemas de producción que conforman una micro-región.
- iii. Evaluar el impacto que tienen determinadas acciones o políticas de desarrollo sobre la sustentabilidad de una micro-región.

2.2 METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTOS

Para cumplir los objetivos de este estudio, se propone, a partir de un marco de referencia que incorpore el concepto de sustentabilidad en su sentido más amplio (tal como fue descrito en el Capítulo 1.6), construir un modelo operativo micro-regional que permita incorporar y evaluar el impacto de determinadas políticas de desarrollo con el fin de seleccionar aquella que presente los mejores resultados desde el punto de vista de la sustentabilidad del área bajo estudio. La estructura general de dicho modelo presenta 2 características fundamentales.

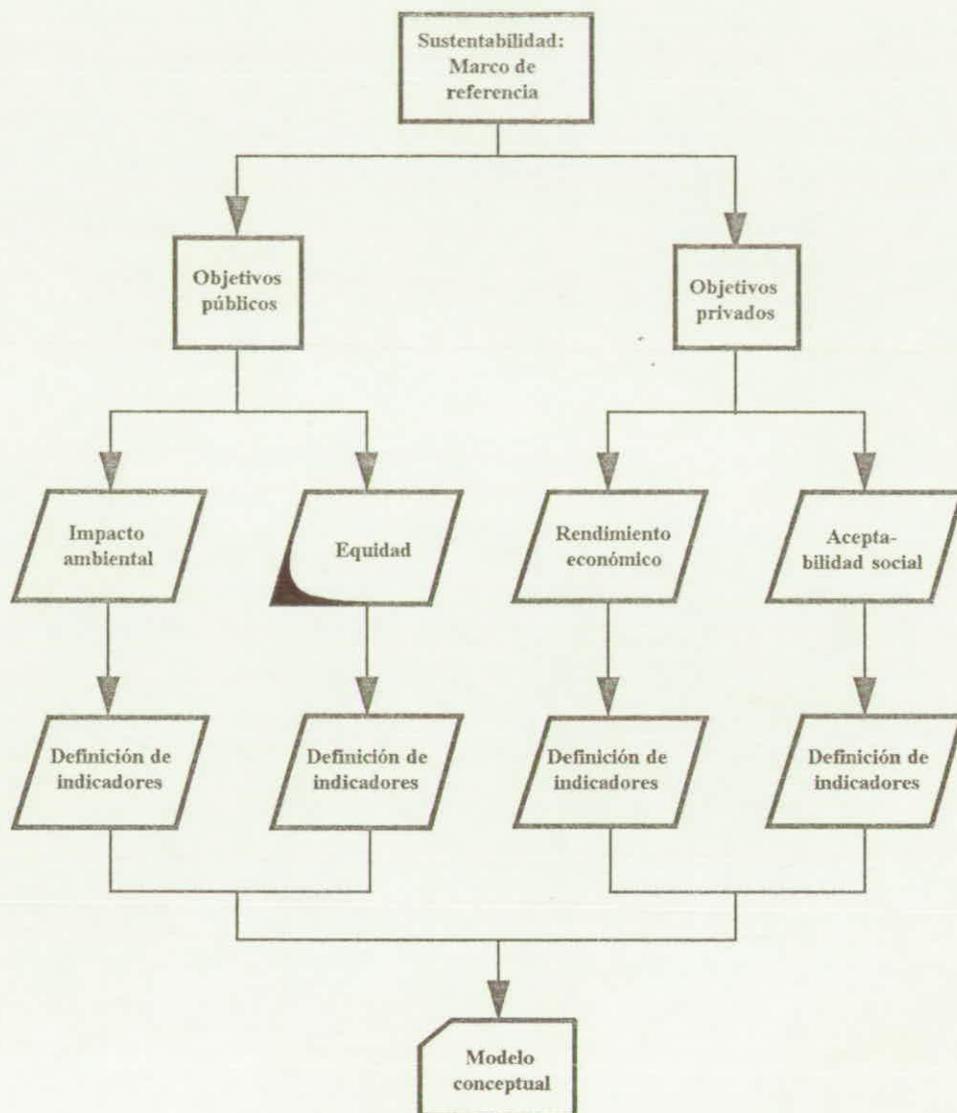
- i. Los objetivos a ser optimizados representan a cada una de las tres determinantes de sustentabilidad (económicas, ambientales y sociales), los que a su vez representan objetivos privados y públicos.
- ii. El modelo se construirá de forma tal que represente los dos niveles de decisión. Por un lado cada sistema de producción relevante estará representado por un modelo predial, y por otro a partir de la agregación de los modelos prediales se construirá el modelo micro-regional, que representa al centro de decisión público.

A continuación se describirán las diversas etapas que considera este estudio y que también se recogen en las Figuras 2.1 a 2.4.

2.2.1 EL MODELO CONCEPTUAL

La primera etapa consiste en construir un modelo que recoja en forma implícita los conceptos antes vertidos, por lo que es necesario definir que se entenderá por sustentabilidad y con ello cual será el marco de referencia para el estudio. Este marco permite establecer los objetivos de los entes o personas involucradas en el proceso de desarrollo y determinar que indicadores se pueden utilizar en el proceso de evaluación (Figura 2.1).

Figura 2.1. Construcción del modelo conceptual a partir de un marco de referencia para la evaluación de la sustentabilidad agrícola.



Este modelo presentará un breve descripción de los objetivos así como de las restricciones del modelo. Su propósito es orientar el trabajo en etapas posteriores. El modelo conceptual predial debiese considerar los siguientes aspectos:

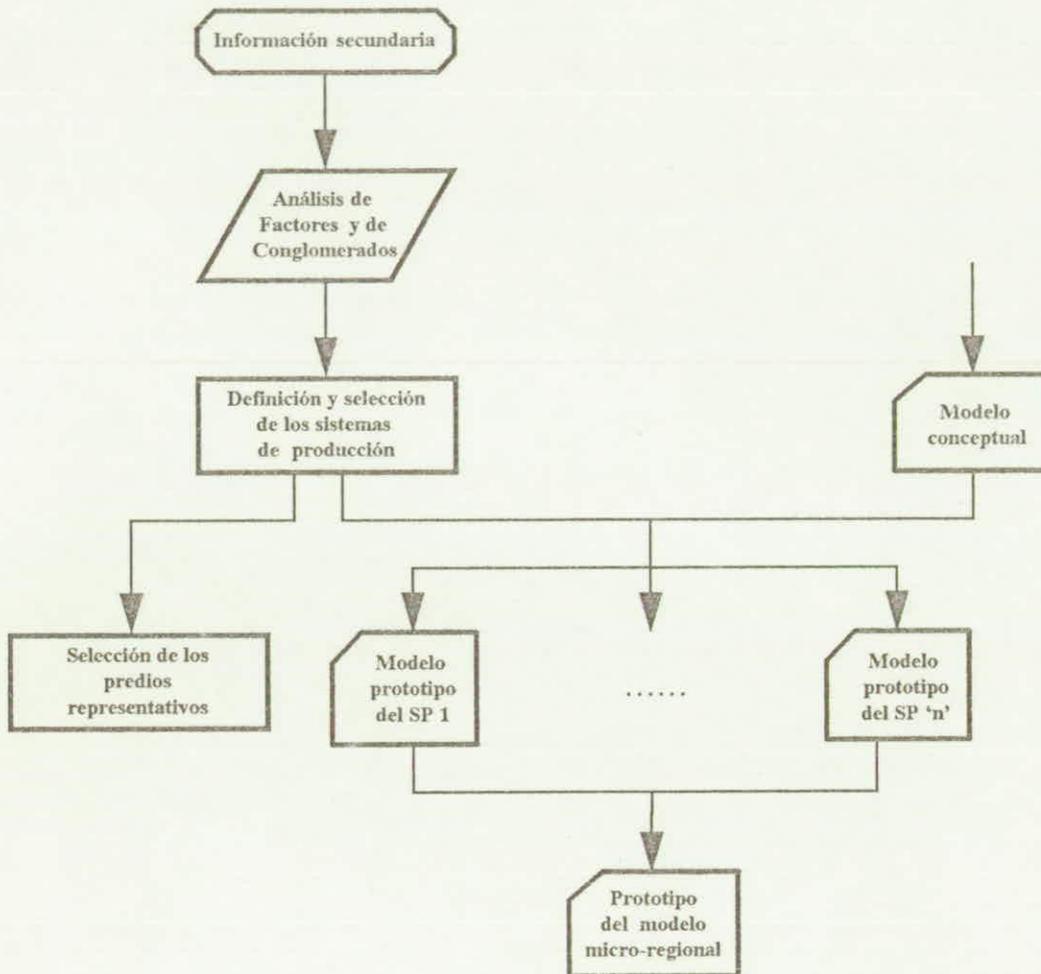
- i. Objetivos: Maximización del beneficio económico, minimización del riesgo económico y minimización del impacto ambiental.
- ii. Restricciones: Disponibilidad de recursos (calidad y cantidad), uso de recursos, necesidades de autoconsumo, condiciones de mercado y flujos de capital.

En el caso del modelo conceptual micro-regional este considerará:

- i. Objetivos: Maximización del beneficio económico, minimización del riesgo económico, minimización del impacto ambiental y minimización en la desigualdad de la distribución de la riqueza.
- ii. Restricciones: Además de las prediales, se podrán incluir restricciones relativas a mercado de trabajo y oferta y demanda de productos. ✓

A partir de estos modelos conceptuales se construirán los modelos prototipos, que recogerán en forma explícita los objetivos y las restricciones prediales y micro-regionales. Sin embargo, antes de poder realizar esto, es necesario definir cuales serán los sistemas de producción considerados en el estudio (Figura 2.2).

Figura 2.2. Construcción de los modelos prototipo prediales y micro-regional.



2.2.2 DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN.

¿del secano costero?

La población objetivo corresponde al sector campesino de la VI Región, que se encuentran incorporados al programa de transferencia tecnológica de la Dirección Regional de INDAP, VI Región. La Tabla 2.1 presenta un resumen del número de campesinos bajo dicho programa.

Tabla 2.1 Beneficiarios del programa de transferencia tecnológica (PTT) de INDAP, 1993 - 1994. *(comprensión en la VI Región?)*

Etapa I	3339	
Ex básico		1512
Regular		1512
Co-financiado		315
Etapa II	1620	
TOTAL	4959	

Planes de mediano plazo	174	
Regular		84
Etapa II		90

Fuente: Anuario INDAP, 1993-1994.

2.2.3 TIPIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Actuales

La tipificación de los sistemas de producción se basará en el proceso de micro-regionalización emprendido por INDAP. En él se han definido micro-regiones y orientaciones productivas dentro de ellas. El presente estudio abarcará parte de la Provincia de Cardenal Caro, que tiene un total de 1068 bonos INDAP. Específicamente se trabajará en la micro-región que comprende las comunas de Marchigüe, Litueche y Pumanque, con un total de 2496 predios campesinos (con tamaños entre 0 y 12 ha de riego básico) y 577 bonos INDAP.

La Tabla 2.2 resume dicha información para las Comunas en cuestión

Tabla 2.2. Porcentaje y número de predios clasificados según orientación productiva y comuna.

			0-12 há	Nº de bonos
Litueche	Trigo-ovino	32,0%	279	47
	Trigo	18,0%	157	26
	Trigo-maiz-frutal	9,0%	79	13
	Trigo-frutilla-ganado	3,0%	26	4
	Trigo-poroto-ovino	12,0%	105	18
	Trigo-garbanzo-ovino	18,0%	157	26
	Trigo-habas-ovino	5,0%	44	7
	Otros	3,0%	26	4
Marchigüe	Trigo-pradera-ganado	76,0%	748	164
	Trigo-pradera-ganado-poroto-maiz	24,0%	236	52
Pumanque	Trigo-garbanzo-ovino	90,0%	575	194
	Trigo-viña-ovino	10,0%	64	22
TOTAL			2496	577

*para hallar al polticon y nivel mero, que
que el "m" de estudio es pequeño.*

Se muestreará un 10% de los predios bajo programas de transferencia tecnológica y se caracterizará disponibilidad de mano de obra, uso del suelo, cultivos y dotación animal. Esta información será utilizada para realizar una tipificación y caracterización utilizando análisis factorial y de conglomerados, tal como es descrito en Berdegú y cols., (1990). Este procedimiento consiste básicamente en tres etapas. Primero una revisión y selección de las variables con el fin de eliminar variables irrelevantes, sin variación o correlacionadas. Luego se realizará el análisis factorial que permite generar variables no observables o factores, que representan una combinación lineal de las variables observadas. Mediante la utilización de un número de estos factores es posible reducir aún más el problema dimensionalidad (número de variables). Finalmente se realizará la aglomeración que es un método que permite ir agrupando las observaciones (en este caso los productores) de acuerdo a su similitud. La aglomeración se realiza jerárquicamente, existiendo inicialmente tantos grupos como observaciones las que se van agrupando de a una en una, quedando al final un sólo grupo. Este proceso se representa en un dendrograma y su uso permite resolver cuales predios conformarán un grupo.

Los conglomerados o sistemas de producción (SP) generados de esta forma serán luego caracterizados utilizando las variables originales (en vez de los factores utilizados en la aglomeración). Con el fin de determinar si la tipificación de acuerdo a orientaciones productivas (OP) realizada por INDAP puede ser utilizada en el presente estudio, se procederá a construir una tabla de

doble entrada para analizar la correspondencia entre SP y OP. En caso de ser necesario, se reagruparán o subdividirán las OP definidas por INDAP (Tabla 2.2).

Del total de grupos así conformados se procederá a seleccionar aquellos que tengan una mayor relevancia, esto es un mayor número de predios integrantes, los cuales serán definitivamente usados en la construcción de los modelos. Se espera que este número no sea mayor a 5. Para cada uno de estos SP se procederá a determinar cuales predios son los que más se acercan al promedio del grupo. Los predios más representativos de cada SP serán determinados a través del cálculo de la distancia entre cada predio y el vector de los valores promedios o centroide. La distancia total se define como la suma de los cuadrados de las distancias parciales al centroide para cada variable, es decir :

$$d_i = \sum \left(\frac{X_{ij} - \bar{X}_i}{sd} \right)^2$$

donde d_i : distancia total entre productor i y su centroide,

X_{ij} : valor de la variable j para el predio i

\bar{X}_i : valor de la variable j para el centroide correspondiente (es decir promedio grupal)

sd : desviación estándar para la variable j

importante → pero yo no lo entendí ¿cómo?

Dependiendo del número de predios por SP y de su distancia al promedio, se seleccionarán predios que serán encuestados en mucho mayor detalle para determinar los valores a ser utilizados en los modelos de optimización. Este número se estima que variará entre 2 y 4 predios por grupo. Por lo tanto la encuesta ampliada se aplicará a un grupo de entre 15 a 20 predios.

no entiendo.

2.2.4 EL MODELO PROTOTIPO

En base al modelo conceptual se construirá un modelo prototipo para cada uno de los sistemas de producción y uno para la micro-región (ver Figura 2.2). Estos modelos presentarán en forma explícita los objetivos y las principales restricciones de cada SP. Teniendo como referencia el modelo conceptual anteriormente expuesto, estos modelos prototipo debiesen tener la siguiente forma²:

2.2.4.1 Objetivos del Modelo Predial

i. Maximizar margen bruto predial:

Se asume que uno de los objetivos de la explotación es maximizar alguna medida de utilidad o beneficio. En este caso la medida utilizada es el margen bruto (MB), que corresponde a la diferencia entre ingresos y costos directos. Se estimará a partir de la informa-

2. Sólo los objetivos serán presentados en forma matemática. Las restricciones no corresponden a las de un modelo prototipo, ya que serán presentadas en lenguaje escrito; sin embargo se presentan con mayor detalle que en el modelo conceptual.

ción de las encuestas y de información de mercados. Matemáticamente se incluirá en el modelo el siguiente objetivo:

$$\text{Max } Z_1 = \sum_{j=1}^m c_j x_j$$

donde c_j : margen bruto de la actividad j ($j=1, m$)

x_j : valor de la actividad j

ii. Minimizar riesgo económico

El problema decisional tiene tres componentes: acciones, estados asociados con probabilidades de ocurrencia y consecuencias asociadas a cada par acción-estado (Selley, 1984). Una aproximación a su solución compatible con la programación matemática es a través del método de la minimización de las desviaciones absolutas totales o MOTAD (Hazell, 1971), que mide los desvíos entre la solución y al promedio de cada uno de los posibles estados de la naturaleza. Sin embargo comparar riesgo con respecto a diferentes puntos de referencia (como lo son las medias para diferentes SP) es indeseable, pudiendo llevar a conclusiones erradas (Watts y cols., 1984). Por ello en este proyecto se utilizará una variación de este método llamado target-MOTAD (Tauer, 1983) que calcula el desvío con respecto a un nivel predeterminado fijo. Independiente de cual sea la meta predeterminada target-MOTAD nunca escogerá soluciones dominadas (Watts y cols., 1984) y los resultados observados siempre serán los mismos (Berbel, 1993). El nivel predeterminado corresponderá a un ingreso mínimo de supervivencia y los estados a los retornos obtenidos durante los últimos 8 años. Matemáticamente el objetivo se expresará como:

$$\text{Min } Z_2 = \sum_{i=1}^s n_i$$

$$\text{sujeto a } \sum_{j=1}^m mb_{ij} + n_i - p_i \geq t$$

dónde n_i : vectores de riesgo (uno para cada uno de los s años)

mb_{ij} : margen bruto (MB) de la actividad j en el año i

n_i : desviación negativa del MB esperado con respecto a la meta t en el año i

p_i : desviación positiva del MB esperado con respecto a la meta t en el año i

t : valor meta para el MB en cada uno de los i años

Es importante destacar que una solución de este tipo reconoce que el riesgo es un problema que involucra 2 criterios, ingresos esperados y su variación (Romero y cols., 1988; Berbel, 1993) y que por lo tanto debe ser resuelto con alguna herramienta multi-criterio.

iii. Minimizar erosión del suelo

Tal como se mencionó anteriormente un objetivo fundamental para permitir la supervivencia en el tiempo es la conservación de los recursos. Por ello se incorpora la pérdida de suelo ocasionada por las diversas actividades como una variable decisional. La erosión será estimada para cada actividad utilizando la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo o USLE (Wischmeier y Smith, 1978). Una aplicación de esta ecuación a condiciones chilenas se encuentra en Peña (1985). Esta es una ecuación empírica y se describe como:

$$A = RKSLPC$$

A es la erosión probable medida en toneladas por hectárea por año. R es la erosividad o potencial destructivo de la lluvia, el que se calcula a partir de la energía cinética de la lluvia. Para su cálculo se requiere conocer la cantidad y la intensidad de las precipitaciones, datos que serán extrapolados a partir de datos meteorológicos. K estima la erodabilidad del suelo, es decir su susceptibilidad a erosionarse. Su valor depende de la textura y de la estructura del suelo, así como de su contenido de materia orgánica y su permeabilidad (Wischmeier y cols., 1971). Su valor varía entre 0 y 1 y será determinado por medio de análisis de suelo y el uso de ortocartas de CIREN-CORFO. S y L son factores topográficos que hacen referencia a la pendiente y su largo, respectivamente, y serán determinados en terreno y utilizando cartas regulares del Instituto Geográfico Militar (escala 1:50.000). C , el factor de cobertura vegetal y manejo, será obtenido a través de estimaciones del porcentaje de cobertura vegetal del suelo y de la distribución de la erosividad a través del año. Finalmente P es el factor de prácticas de manejo y varía entre 0 y 1. Los datos así recabados serán procesados utilizando el programa RUSLE 1.02 (1994), que utiliza una versión revisada de la USLE. ✓

Con esta información se construirá la tercera función objetivo:

$$\text{Min } Z_3 = \sum_{j=1}^m e_j x_j$$

dónde e_j : erosión esperada para la actividad j , estimada por medio de la USLE ✓

2.2.4.2 Restricciones del Modelo Predial

A continuación se detalla las principales restricciones que *a priori* se considera debiese presentar el modelo predial. Estas serán ampliadas y/o reducidas de acuerdo a los resultados de las encuestas prediales a realizar.

- i. Tierra disponible: ella se categorizará de acuerdo a la pendiente en planos (0 a 5%), loma-je (5 a 15%) y cerro (mayor a 15%). Los cultivos que se realicen en ella corresponderán a los actualmente en práctica y a las recomendaciones técnicas del PTT.
- ii. Rotaciones agrícolas que se realizan o son recomendadas.
- iii. Mano de obra: el uso de mano de obra en cada actividad debe ser cubierto por la mano de obra familiar, ajustada por posibles trabajos extra-prediales y por la compra de trabajo de terceras personas. Estas restricciones también considerarán las variaciones estacionales en el uso y disponibilidad de trabajo. También se considera incluir restricciones que regulen la venta de trabajo familiar de acuerdo a las posibilidades actuales de trabajo extra-predial.
- iv. Balances forrajeros: La producción de forraje más las compras de alimentos y suplementos deben ser suficientes para cubrir las demandas anuales del ganado existente.
- v. Balances reproductivos: Para cada especie animal se deberán construir las restricciones necesarias que permitan una dinámica normal del rebaño, satisfaciendo las necesidades propias del hogar. Para ello se deberán considerar parámetros tales como tasas de destete, tasas de mortalidad, tasas de reemplazo, porcentajes de machos, etc. La forma de cada una de ellas dependerá de la especie animal considerada.

- vi. Capital de trabajo: Se incluirán restricciones que eviten que en determinadas épocas del año el campesino presente flujos negativos.
- vii. Restricciones de autoconsumo: al igual que para los sistemas animales, se considerarán valores mínimos de consumo para determinados productos (principalmente trigo).
- viii. Vectores de riesgo (ver 2.2.4.1)
- ix. Otras restricciones: Finalmente se analizará la necesidad de incluir otras restricciones basado en las encuestas y en observaciones de expertos.

2.2.4.3 Objetivos del Modelo Micro-regional

Presentará, además de los tres objetivos del modelo predial, un cuarto objetivo de equidad. En general se asume que los diversos SP actúan en forma independiente, es decir la toma de decisión de uno no está influida ni influye sobre la toma de decisión de otro campesino.

- i. Maximizar margen bruto micro-regional:

El MB micro-regional corresponde a la suma de los MB prediales ponderado por la importancia relativa de cada SP, es decir:

$$Max Y_1 = \sum_{l=1}^n w_l Z_{1l}$$

donde w_l : importancia relativa del SP ($l=1, n$)

Z_{1l} : MB esperado para el SP l (es decir valor de Z_1 para cada SP)

- ii. Minimizar riesgo económico

El riesgo económico para la micro-región está dado por la agregación de los riesgos económicos de cada SP ponderado por su importancia relativa, es decir:

$$Max Y_2 = \sum_{l=1}^n w_l Z_{2l}$$

dónde Z_{2l} : riesgo económico para el SP l (es decir valor de Z_2 para cada SP)

- iii. Minimizar erosión del suelo

La erosión total esta dada por la suma de las pérdidas individuales de suelo en cada SP, es decir:

$$Min Y_3 = \sum_{l=1}^n w_l Z_{3l}$$

dónde Z_{3l} : erosión estimada para el SP l

- iv. Minimizar diferencias en ingresos esperados

Para lograr incorporar la política de crecimiento con equidad, se debe incluir el problema de la distribución del ingreso. El modelo propuesto calcula las diferencias de ingreso esperado (estimado a través del margen bruto) entre cada par de sistemas de producción. Cuando estas diferencias se reducen y ningún grupo reduce su ingreso esperado con respecto a la situación inicial, entonces se puede decir que la distribución del ingreso ha sido mejorada. Esta aproximación es similar a la utilizada para estimar el coeficiente de Gini, el que mide la inequidad comparando la riqueza de diferentes grupos sociales (Cowell, 1977; Sugden, 1981). Matemáticamente el objetivo se expresa:

$$\text{Min } Y_4 = \sum_{h=1}^o w_h d_h$$

dónde d_h : diferencia en ingresos esperados (Z_{11}) entre 2 SP

w_h : importancia relativa de la diferencia de ingresos entre 2 SP

2.2.4.4 Restricciones del Modelo Micro-regional

Estas incluyen además de las restricciones de cada uno de los modelos prediales, restricciones relacionadas con el objetivo de equidad y con el mercado de trabajo

- i. Para evitar que los ingresos esperados sean menores que los actuales, se incluyen restricciones de ingreso mínimo. Con ello se satisface la segunda condición para lograr una mejor distribución del ingreso.
- ii. Se asume que existen restricciones a la venta de trabajo familiar y que la disponibilidad de mano de obra extra-predial depende de la disponibilidad existente en otros SP. En otras palabras se incluyen restricciones que permiten mantener un equilibrio micro-regional en el uso de la mano de obra.
- iii. De ser necesario se incluirán otras restricciones de tipo micro-regionales.

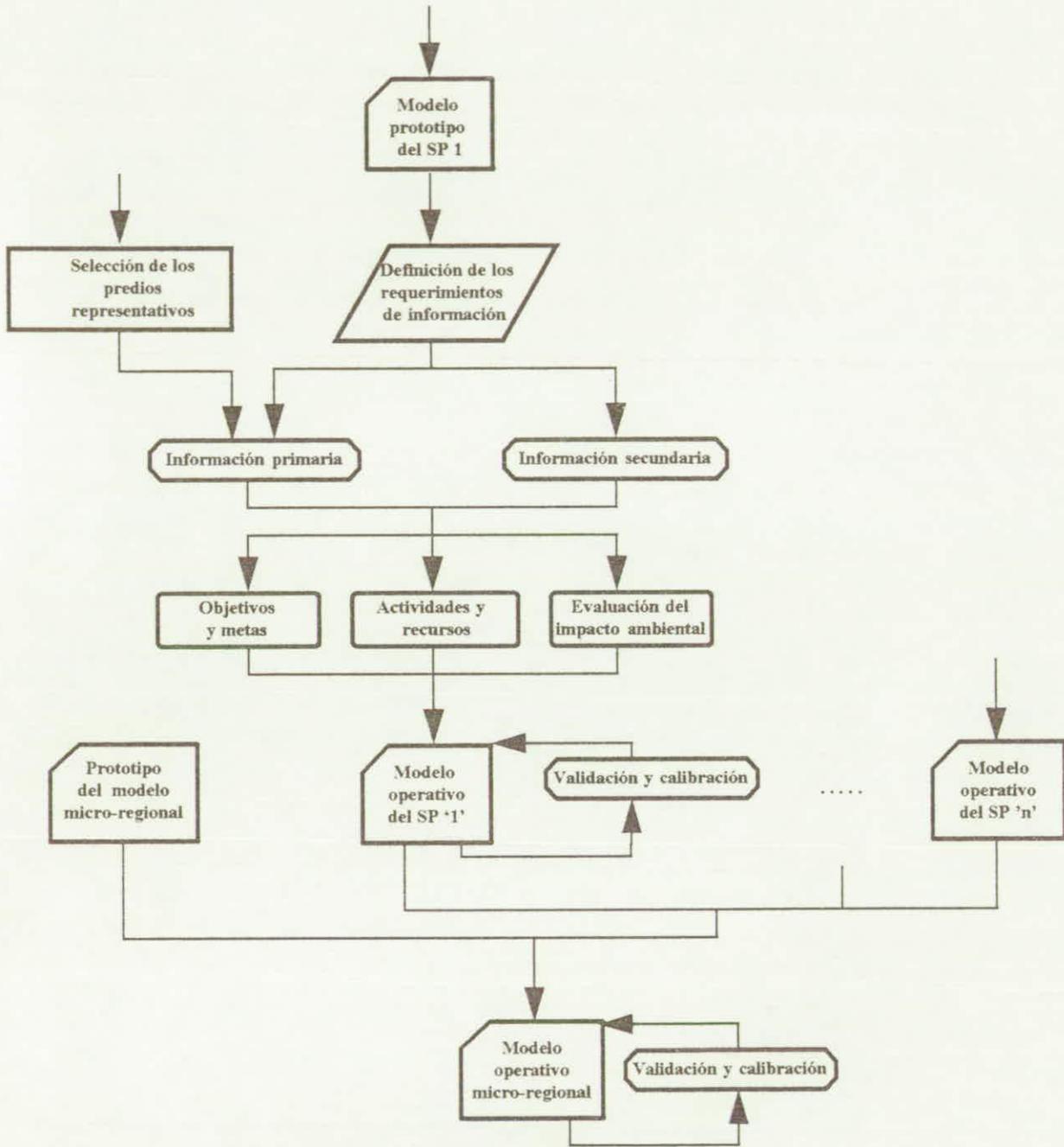
2.2.5 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO OPERATIVO

La Figura 2.3 presenta esquemáticamente el proceso de construcción de los modelos operativos prediales y micro-regional.

A partir de los modelos prototipos se puede definir con mayor precisión los requerimientos de información para construir los modelos operativos. Estos presentan valores numéricos obtenidos de dos fuentes principales: primaria y secundaria. La primaria será obtenida de encuestas que se aplicarán a los predios representativos (ver Capítulo 2.2.2). Estas encuestas serán de tipo semi-estructuradas, ya que sus resultados, siendo de similar calidad que los obtenidos a través de encuestas dinámicas, se obtienen en un menor tiempo y con un considerable menor costo (Ramírez y Martínez, 1994). Este tipo de entrevistas presenta 4 fases que recogen información partiendo de lo general a lo particular. La primera fase colecta información general del predio; la segunda sobre la planificación del sistema; la tercera itinerarios técnicos y uso de recursos; la cuarta estudia los resultados de los proceso de producción; y la última se concentra en las interacciones del sistema con los elementos externos. De acuerdo a los resultados presentados por Ramírez y Martínez, (1994) se requiere entre 4 y 8 visitas por predio, tomando un tiempo cercano a los 70 días (dos encuestadores) considerando las pérdidas de tiempo inherentes al encuestar alrededor de 15 predios.

No sale claro cuando serán los predios encuestados.

Figura 2.3. Construcción de los modelos prediales.



En lo particular las encuestas recabarán información relacionada con:

- i. Antecedentes generales: tenencia y origen de la tierra, tipo de suelo, uso de la tierra, antecedentes del productor y familia y actividades según miembro y según mes del año.
- ii. Prácticas de producción por cultivo: preparación del suelo, siembra, fertilización, prácticas en control de malezas y enfermedades, cosecha y comercialización y venta.
- iii. Alimentación y forraje: praderas, forraje y suplemento.
- iv. Sistema de producción animal (bovinos, ovinos, caprinos y equinos): número de cabezas y movimientos (abril '94 a marzo '95), manejo reproductivo, manejo sanitario, uso de mano de obra, producción de leche y carne (último año) y otros costos e ingresos.
- v. Recursos de capital: ahorros, crédito, capital de trabajo (efectivo, insumos y productos), inversiones.

Por otro lado, a partir de fuentes secundarias se recolectará información relacionada con precios de insumos y productos, características de los suelos, precipitaciones, etc. Por lo tanto se consultarán boletines comerciales, CIREN-CORFO, Instituto de Meteorología, expertos, etc. La información colectada a partir de estas fuentes será utilizada para generar los coeficientes necesarios para ser incorporados en los objetivos y restricciones de los modelos operativos.

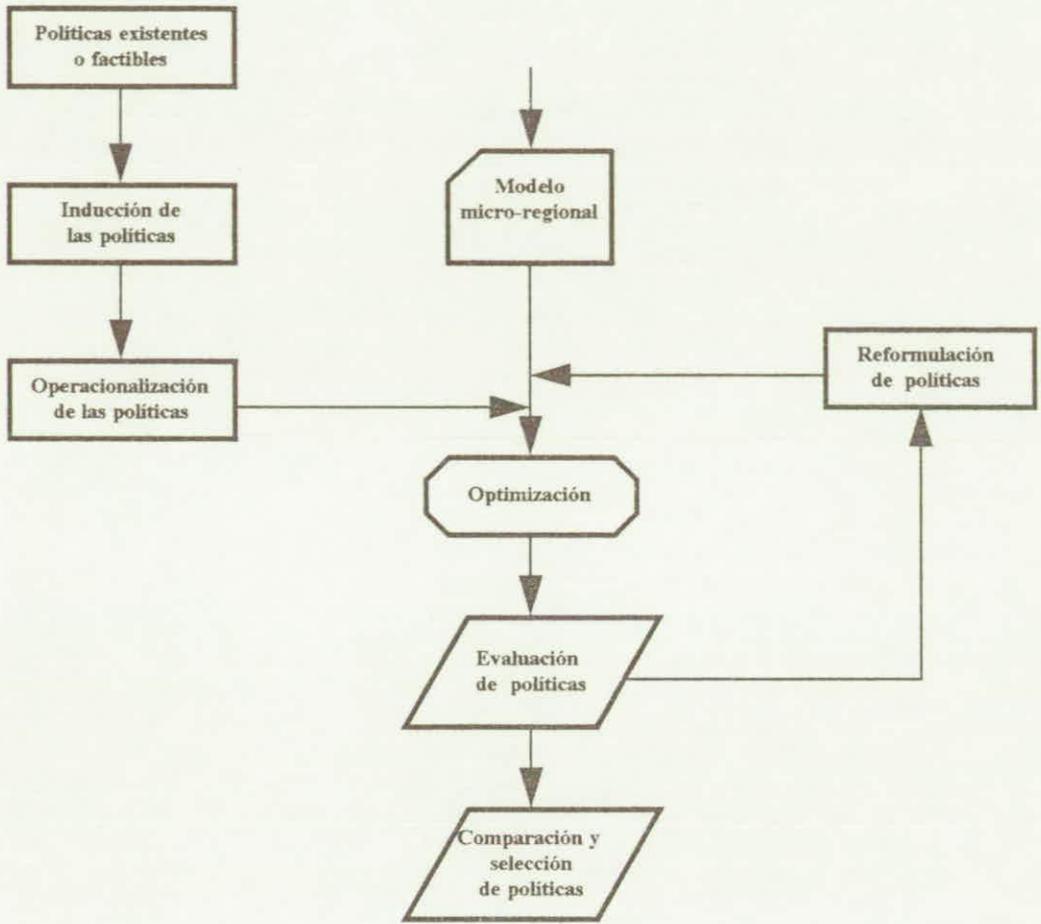
La agregación de los modelos operativos prediales junto a la consideración del modelo prototipo micro-regional permitirá construir el modelo operativo micro-regional. Todos los modelos operativos deberán ser sometidos a un proceso de calibración y validación. Estos consisten en su optimización bajo condiciones actuales y con leves modificaciones, con el fin de apreciar su realismo y su poder predictivo.

2.2.6 FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN DE POLÍTICAS

El modelo antes expuesto será utilizado para evaluar el impacto de posibles acciones o políticas de desarrollo sobre la micro-región en estudio (Figura 2.4). En el marco de este proyecto se define como políticas de desarrollo, todas aquellas intervenciones que realiza el ente público, en este caso INDAP, con el fin de lograr un desarrollo del sector. Ellas pueden incluir crédito, transferencia de tecnología, subsidios, poderes compradores, etc. El conjunto base de políticas a evaluar se obtendrá de los resultados proyecto "Estrategias de desarrollo agropecuarias para la VI Región" que está siendo realizado a través de un convenio entre INDAP y la Universidad de Chile.

políticas tradicionales o sostenibles.

Figura 2.4. Evaluación de políticas de desarrollo.



El proceso de evaluación de las políticas pertinentes constará de las siguientes fases:

- i. Definición: en conjunto con la Dirección Regional de INDAP se definirá cuales son las políticas de desarrollo que potencialmente puedan ser incorporadas al proceso de evaluación. Ello se hará de acuerdo a las estrategias de desarrollo de mediano y largo plazo existentes para la Región.
- ii. Inducción de las políticas: Debido a la complejidad inherente a la validación de las políticas, se realizará a cambio su inducción para determinar a priori su aceptabilidad potencial. Para ello se analizará en conjunto con los potenciales beneficiarios sus ventajas y desventajas, por medio de entrevistas no estructuradas y discusiones. El resultado de esta etapa serán políticas potencialmente aceptables, políticas que requieren cambios en su formulación y políticas no factibles.
- iii. Inclusión en el modelo: Las políticas que tuvieron una favorable respuesta en la fase de inducción serán incluidas en el modelo micro-regional. La forma en que cada acción de desarrollo sea incorporada al modelo dependerá de la política en cuestión. De ser necesario se incluirá restricciones prediales o micro-regionales adicionales.
- iv. Evaluación: Para evaluar el impacto de las políticas sobre los objetivos antes mencionados, el modelo será optimizado. El resultado corresponderá a aquella solución (combinación de actividades) que obtenga los mejores valores en las funciones objetivos. El método de optimización a utilizar corresponderá a la programación compromiso (Zeleny, 1973). Las métricas a calcular serán L_1 y L_∞ , que minimizan la distancia geométrica y el máximo desvío individual, respectivamente (Romero y cols., 1987) por lo que se obtendrán dos soluciones compromiso (punto más cercano al óptimo) para cada política. Para su obtención se utilizará el programa computacional LINDO®.

2.2.7 COMPARACIÓN Y SELECCIÓN DE POLÍTICAS

El proceso de selección de la política más eficiente desde el punto de vista de los objetivos del presente estudio terminará con la comparación de las soluciones compromiso (SC) para cada una de las políticas analizadas. Para ello se determinará un punto ideal común a todas las políticas y se determinará la distancia a este punto de cada SC. Asumiendo que la racionalidad del ente decisión es aproximarse lo máximo posible a este ideal (axioma de la decisión), entonces cualquier política que se acerque más a él será preferida (dominará) a una que se encuentre más alejada. De esta forma un problema multi-criterio ha sido reducido a la comparación de puntos en un espacio de varias dimensiones con respecto a un punto ideal.

2.3 ACTIVIDADES Y TIEMPOS ESTIMADOS

La Tabla 2.3 presenta las diferentes actividades consideradas en este proyecto, así como su duración esperada, fecha de inicio y término probable y relaciones de precedencia entre ellas. Estas antecedentes fueron utilizados en las cartas Gantt (Figura 2.1) y PERT (Figura 2.2) que se

presentan en las páginas siguientes³. De acuerdo a a estos antecedentes la duración estimada del proyecto es de 24 meses (abril 1994 a marzo 1996).

Tabla 2.3. Duración, fechas de inicio y término programado y actividades previas para cada una de las actividades consideradas en el proyecto.

Nº	Nombre de la actividad	Duración	Inicio	Término	Actividad previa
1.	Aprobación del proyecto	7d	15/4/95	21/4/95	---
2.	Definición de los sistemas de producción	25d	22/4/95	16/5/95	1
3.	Construcción del modelo conceptual	25d	22/4/95	16/5/95	1
4.	Recolección de información secundaria	90d	17/5/95	14/8/95	3;2
5.	Construcción del modelo prototipo predial	60d	17/5/95	15/7/95	3;2
6.	Construcción del modelo prototipo micro-regional	30d	16/7/95	14/8/95	5
7.	Elaboración de la encuesta	45d	16/7/95	29/8/95	5
8.	Recolección de la encuesta	60d	30/8/95	28/10/95	7
9.	Evaluación de la erosión	60d	29/10/95	27/12/95	4;8
10.	Construcción del modelo operativo predial	90d	28/12/95	16/4/96	9
11.	Validación del modelo operativo predial	45d	17/4/96	31/5/96	10
12.	Construcción del modelo operativo micro-regional	90d	17/4/96	15/7/96	10;6
13.	Validación del modelo operativo micro-regional	45d	16/7/96	29/8/96	12;11
14.	Definición de las políticas de desarrollo	60d	22/4/95	20/6/95	1
15.	Inducción de las políticas de desarrollo	60d	2/4/96	31/5/96	14;18
16.	Evaluación y selección de las políticas de desarrollo	150d	30/8/96	26/1/97	15;13
17.	Elaboración de informe de puesta en marcha	5d	28/6/95	3/7/95	1
18.	Elaboración de informe de primer año	15d	18/3/96	1/4/96	17
19.	Elaboración de informe final	45d	27/1/97	2/4/97	18;16

3. Se consideraron 3 semanas de vacaciones durante los meses de febrero.

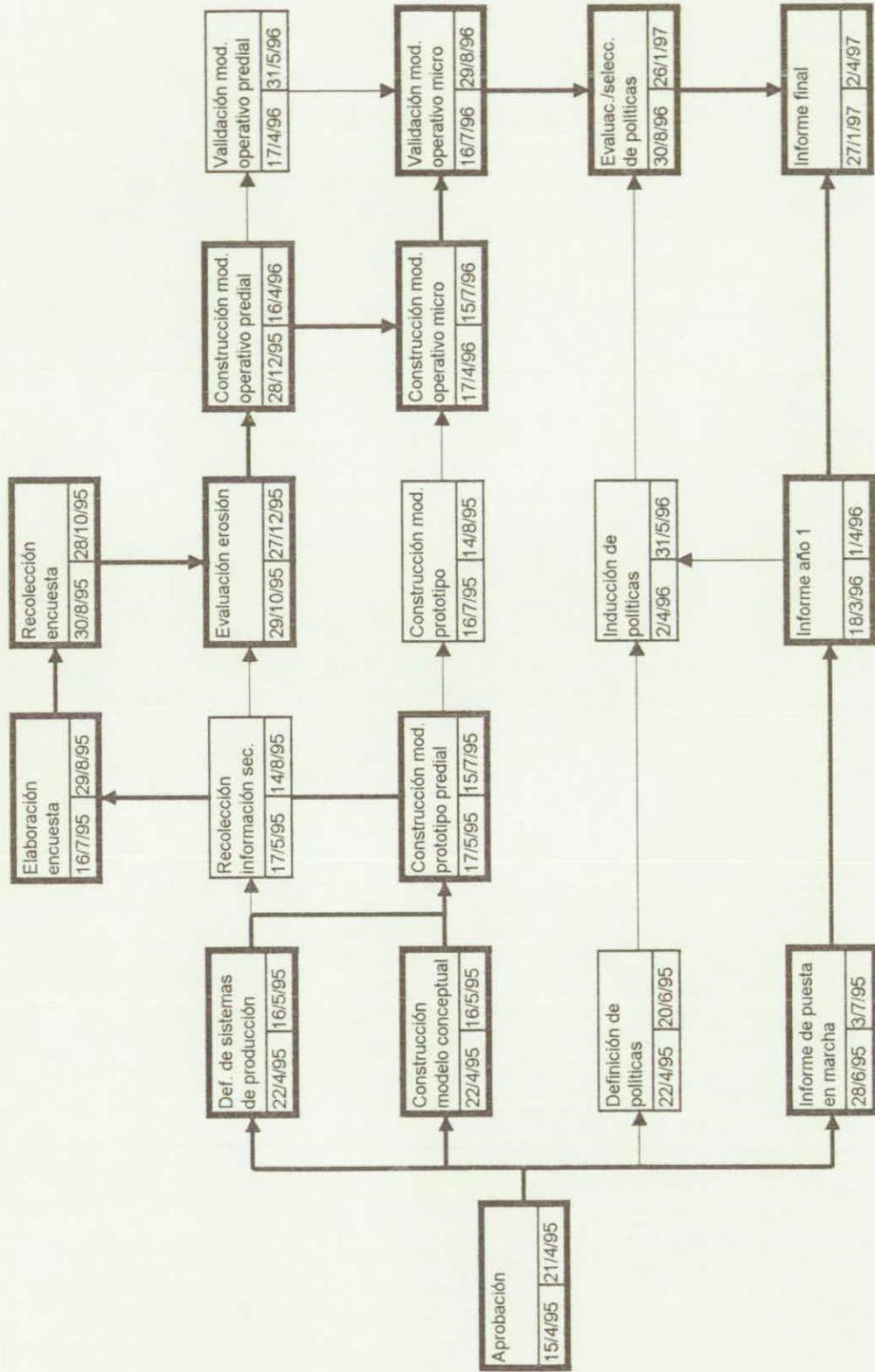
presentan en las páginas siguientes³. De acuerdo a a estos antecedentes la duración estimada del proyecto es de 24 meses (abril 1994 a marzo 1996).

Tabla 2.3. Duración, fechas de inicio y término programado y actividades previas para cada una de las actividades consideradas en el proyecto.

Nº	Nombre de la actividad	Duración	Inicio	Término	Actividad previa
1.	Aprobación del proyecto	7d	15/4/95	21/4/95	---
2.	Definición de los sistemas de producción	25d	22/4/95	16/5/95	1
3.	Construcción del modelo conceptual	25d	22/4/95	16/5/95	1
4.	Recolección de información secundaria	90d	17/5/95	14/8/95	3;2
5.	Construcción del modelo prototipo predial	60d	17/5/95	15/7/95	3;2
6.	Construcción del modelo prototipo micro-regional	30d	16/7/95	14/8/95	5
7.	Elaboración de la encuesta	45d	16/7/95	29/8/95	5
8.	Recolección de la encuesta	60d	30/8/95	28/10/95	7
9.	Evaluación de la erosión	60d	29/10/95	27/12/95	4;8
10.	Construcción del modelo operativo predial	90d	28/12/95	16/4/96	9
11.	Validación del modelo operativo predial	45d	17/4/96	31/5/96	10
12.	Construcción del modelo operativo micro-regional	90d	17/4/96	15/7/96	10;6
13.	Validación del modelo operativo micro-regional	45d	16/7/96	29/8/96	12;11
14.	Definición de las políticas de desarrollo	60d	22/4/95	20/6/95	1
15.	Inducción de las políticas de desarrollo	60d	2/4/96	31/5/96	14;18
16.	Evaluación y selección de las políticas de desarrollo	150d	30/8/96	26/1/97	15;13
17.	Elaboración de informe de puesta en marcha	5d	28/6/95	3/7/95	1
18.	Elaboración de informe de primer año	15d	18/3/96	1/4/96	17
19.	Elaboración de informe final	45d	27/1/97	2/4/97	18;16

3. Se consideraron 3 semanas de vacaciones durante los meses de febrero.

Figura 2.6. Carta PERT. Proyecto "Agricultura sustentable: Evaluación de políticas de desarrollo para el secano costero de la VI Región".



2.4 INVERSIONES Y COSTOS DEL PROYECTO

2.4.1 APORTES SOLICITADOS AL FIA

En el ítem inversiones se contempla la adquisición de un computador portátil y una impresora, las que tal como se desprende de la presente propuesta son fundamentales para su realización. Se estima que en promedio el computador se utilizará 20 horas semanales, lo que desde todo punto de vista justifica su compra. La importancia de ser portátil, nace de la necesidad de realizar algunos análisis y procesos en Rancagua, siendo el transporte de un PC engorroso y no carente de riesgos para su integridad. Específicamente se propone comprar el siguiente equipo:

- i. Computador Compaq Aero. Posee un procesador 486 SX de 33 MHz, 4 MB de memoria RAM y un disco duro de 270 MB. Esta conformación permite satisfacer las necesidades de almacenamiento y procesamiento de datos, capacidad gráfica y cubre los requerimientos de los programas a utilizar (LINDO, RUSLE, Windows y Microsoft Office). Su valor asciende a US\$ 2222⁴ más IVA.
- ii. Impresora: Hewlett Packard DeskJet modelo 520. Esta es una impresora de excelente resolución gráfica, necesaria para una buena presentación de resultados, gráficos y reportes. Su valor es de US\$ 370 más IVA.
- iii. Programas computacionales: Se requiere comprar los programas RUSLE versión 1.03 para la estimación de la pérdida de suelo (US\$ 300) y LINDO para la resolución de los modelos (US\$ 400).

De esta forma la inversión, que se realizará en su totalidad durante el primer año, asciende a US\$ 3.759 (IVA incluido), equivalentes a \$ 1.578.595.

Por el lado de los gastos corrientes se contemplan los siguientes ítemes⁵:

- i. Visitas a las Comunas: Se estima que para realizar las encuestas de tipificación (10% de los beneficiarios) y posterior caracterización (10 a 12 predios representativos) se requerirá 90 días investigador. Estas serán realizadas por el investigador principal y dos ayudantes (estudiantes de las carreras de Agronomía o Medicina Veterinaria de la Universidad de Chile), los que también participarán en el proceso de análisis y validación de las mismas. Los costos estimados para realizar estas encuestas serán:

Honorarios estudiantes: cada uno recibirá \$ 80.000 por concepto de honorarios.

Subtotal	\$ 160.000
----------	------------

4. Se consideró el valor del dólar estadounidense en \$ 420.

5. Los valores corresponden a los precios 1995. Para el segundo año (abril 1996 en adelante) se considera un reajuste del 8,5%. El flujo de caja presenta en detalle como fueron obtenidos los totales.

Viáticos estudiante: se estima que con un equivalente de 15 días por estudiante⁶ se podrá realizar la totalidad de las encuestas. El valor diario es de \$ 15.000 c/u.

	Subtotal:	\$ 450.000
	Viáticos investigador: por 10 días a \$ 24.000 c/u	\$ 240.000
	Viáticos chofer: por 15 días a \$ 19.500 c/u	\$ 292.500
	Bencina y peajes: se estima que el total asciende a	\$ 200.000
ii.	Viático investigador extranjero: 10 días a \$ 42.000 cada uno (equivalente a US\$ 100, valor FAO para expertos internacionales)	\$ 420.000
iii.	Viáticos otros investigadores: para asistir a sesiones de trabajo y reuniones ya sea en Rancagua o Santiago (12 días)	\$ 302.400
iv.	Pasajes: 2 viajes mensuales entre Santiago y Rancagua o viceversa. Esto es un total de 48 viajes a \$ 1500 cada uno	\$ 68.805
v.	Material de Oficina: se espera un gato mensual de \$ 2.000	\$ 45.870
vi.	Material de computación: 10 cajas de discos (\$ 5.000 c/u con un total de \$ 52.500), 19 resmas de papel (\$ 3.000 c/u con un total de \$ 57.900) y 9 cartuchos de tinta para impresora (\$ 17.000 c/u con un total de \$ 153.000). Se consideró un gasto extra para marzo de 1997 debido a la elaboración del informe final.	
	Subtotal	\$ 263.400
vii.	Gastos en comunicaciones: se estima un gasto mensual de \$ 3.000 en teléfono, Fax. y correo	\$ 68.805
viii.	Fotocopias y reproducción de documentos: se estima un gasto de 100 fotocopias mensuales (\$ 20 c/u) y un gasto adicional en abril '97	\$ 65.400
ix.	Elaboración de informes y publicaciones (reproducción, empaste, envíos, etc.)	\$ 70.000
x.	Cartas ortográficas CIREN-CORFO (5 unidades)	\$ 100.000
xi.	Libros y mapas por un valor de US\$ 100 anuales	\$ 88.200
xii.	Imprevistos (3%)	\$ 85.061

De esta forma el total por concepto de gastos corrientes asciende a \$ **2.920.441**. La Tabla 2.4 presenta el detalle mensual de dichos gastos de acuerdo a cada ítem.

Por lo tanto el aporte total solicitado al FIA es de \$ **4.499.036**, de los cuales \$ 3.975.714 se requerirán durante los primeros 12 meses y \$ 523.322 durante el segundo año.

6. Para visitas de un día sólo se cancelará el 40% el viático, por lo que se requieren sólo 40 días de viático.

Tabla 2.4. Flujo de caja del proyecto según mes e ítem.

	TOTAL	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov
Visitas a las comunas (encuestas)									
Honorarios estudiantes	\$ 160.000				80.000	80.000			
Viáticos estudiante (45 mil/día)	\$ 450.000	30			225.000	225.000			
Viáticos investigador (24 mil/día)	\$ 240.000	10			120.000	120.000			
Viático chofer (19.4 mil/día)	\$ 292.500	15			146.250	146.250			
Bencina y peajes (42 mil/día)	\$ 200.000	10			100.000	100.000			
Viático investigador extranjero	\$ 420.000				420.000				
Viáticos otros investigadores (25.2 mil)	\$ 302.400	12			48.000				48.000
Pasajes (2 viajes mensual de \$1500)	\$ 68.805	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Material de Oficina	\$ 45.870	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Material de Computación									
Discos	\$ 52.500	25.000							
Papel	\$ 57.900	3.000	3.000	3.000		3.000		3.000	
Cartuchos de Impresora	\$ 153.000	17.000		17.000			17.000		
Gastos en comunicaciones	\$ 68.805	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
Fotocopias y reproducción	\$ 65.400	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Informe y publicación	\$ 70.000			5.000					
Cartas ortográficas	\$ 100.000	100.000							
Libros y mapas	\$ 88.200	42.000							
Imprevistos (5%)	\$ 85.061	5.910	300	1.050	34.478	20.528	810	390	1.740
TOTAL	\$ 2.920.441	202.910	10.300	36.050	1.183.728	704.778	27.810	13.390	59.740

	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago
Visitas a las comunas (encuestas)									
Honorarios estudiantes									
Viáticos estudiante									
Viáticos investigador									
Viático chofer									
Bencina y peajes									
Viático investigador extranjero									
Viáticos otros investigadores				48.000				52.800	
Pasajes	3.000	3.000		3.000	3.255	3.255	3.255	3.255	3.255
Material de Oficina	2.000	2.000		2.000	2.170	2.170	2.170	2.170	2.170
Material de Computación									
Discos				27.500					
Papel	3.000			3.300		3.300		3.300	
Cartuchos de Impresora	17.000					17.000			
Gastos en comunicaciones	3.000	3.000		3.000	3.255	3.255	3.255	3.255	3.255
Fotocopias y reproducción	2.000	2.000		2.000	2.170	2.170	2.170	2.170	2.170
Informe y publicación				25.000					
Cartas ortográficas									
Libros y mapas					46.200				
Imprevistos (5%)	900	300	-	3.414	1.712	935	326	2.009	326
TOTAL	30.900	10.300	-	117.214	58.762	32.085	11.176	68.959	11.176

Visitas a las comunas (encuestas)

	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar
Honorarios estudiantiles							
Viáticos estudiantile							
Viáticos investigador							
Viático chofer							
Bencina y peajes							
Viático investigador extranjero							
Viáticos otros investigadores			52.800				52.800
Pasajes	3.255	3.255	3.255	3.255		3.255	3.255
Material de Oficina	2.170	2.170	2.170	2.170		2.170	2.170
Material de Computación							
Discos							
Papel	3.300		3.300			6.600	19.800
Cartuchos de Impresora	17.000			17.000		17.000	17.000
Gastos en comunicaciones	3.255	3.255	3.255	3.255		3.255	3.255
Fotocopias y reproducción	2.170	2.170	2.170	2.170		2.170	21.700
Informe y publicación							40.000
Cartas ortográficas							
Libros y mapas							
Imprevistos (5%)	935	326	2.009	836	-	1.034	4.799
TOTAL	32.085	11.176	68.959	28.686	-	35.484	164.779

2.4.2 APORTES INSTITUCIONES PARTICIPANTES

El mayor aporte de las instituciones se realciona con los sueldos de los investigadores participantes en este proyecto. La Tabla 2.5 presenta una estimación de dicho aporte:

Tabla 2.5 Estimación de los aportes de las instituciones participantes

Universidad de Chile	Claus Köbrich	22 hrs/semana	\$ 4.800.000
	Mario Maino	5 hrs/semana	\$ 1.300.000
	Judith Gálvez	3 hrs/semana	\$ 800.000
	Manuel Casanova	2 hrs/semana	\$ 500.000
Universidad de Reading	Tahir Rehman	3 hrs/semana	\$ 2.400.000
TOTAL			\$ 9.800.000

Tal como se mencionó en la propuesta, las instituciones también aportarán oficinas y equipos de comunicaciones, así como el vehículo requerido para visitar los predios.

3. BIBLIOGRAFÍA

- Berbel, J. (1993). Risk programming in agricultural systems: A multiple criteria analysis. *Agricultural Systems*, **41**: 275-288.
- Berdegúe, J., B. Larraín. 1987. Cómo trabajan los campesinos, una propuesta metodológica. Cuadernillo de Información Agraria N° 18. GIA. Santiago, Chile. 63 pg.
- Berdegúe, J., M. Díaz, R. García, I. Nazif y X. Quezada. (1988). Marco conceptual para el análisis y evaluación de sistemas de producción campesinos. En *Sistemas de producción campesinos*, pp 139-154. Ed. por J. Berdegúe e I. Nazif. GIA, Santiago, Chile.
- Berdegúe, J., O. Sotomayor y C. Zilleruelo. (1990). Metodología de tipificación y clasificación de sistemas de producción campesinos de la Provincia de Ñuble, Chile. En *Tipificación de sistemas de producción agrícola*, pp 85-117. Ed. por G. Escobar y J. Berdegúe. RIMISP, Santiago, Chile.
- Churchman, C.W. (1968). *The systems approach*. Dell Publishing Co., New York, USA.
- Cohon, J.L. (1978). *Multiobjective programming and planning*. Academic Press, New York, USA.
- Conway, G. y E.B. Barbier. (1990). *After the green revolution. Sustainable agriculture for development*. Earthscan Publications Ltd., London, UK.
- Cowell, F.A. (1977). Charting inequality I. En *Measuring inequality*, pp 17-39. Philip Allen, Oxford, UK.
- Crosson, P. y J. Anderson. (1993). Concern for sustainability: Integration of natural resource and environmental issues in the research agendas of NARS. Research Report 4. ISNAR.
- de Janvry, A. y B. Santos. (1994). Project appraisal for sustainable rural development: Notes for IFAD's operational guidelines. Technical Advisory Division, IFAD.
- Deybe, D. y G. Flichman. (1991). A regional agricultural model using a plant growth simulation program as activities generator: An application to a region in Argentina. *Agricultural Systems*, **37**: 369-358.
- Duckstein, L. (1984). Selection of a multiobjective technique for water resource problems under uncertainties. Engineering Foundation Conference. Multiobjective analysis in water resources. USA. 180-202.
- Ehui, S.K. y D.S.C. Spencer. (1993). Measuring the sustainability and economic viability of tropical farming systems: A model from sub-Saharan Africa. *Agricultural Economics*, **9**: 279-296.
- Faeth, P. (1993). An economic framework for evaluating agricultural policy and the sustainability of production systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **46**: 161-173.

- FAO (Eds). (1989). *Sustainable agricultural production: Implications for international research*. FAO Research and Technology Paper. Technical Advisory Committee Secretariat and Consultative Group for International Agricultural Research. Food and Agriculture Organization, Rome.
- Figueroa, E. (1994). Oportunidades y desafíos de los instrumentos económicos para la gestión ambiental en Chile. En *Políticas económicas para el desarrollo sustentable de Chile*, pp 1-59. Ed. por E. Figueroa. Centro de Recursos Naturales y el Medio Ambiente, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- France, J. y J.H.M. Thornley. (1984). *Mathematical models in agriculture*. Butterworth and Co. Ltd., London, UK.
- Gutierrez-Espeleta, E.E. (1993). Indicadores de sostenibilidad: Instrumentos para la evaluación de las políticas nacionales. Conferencia en el 50avo Aniversario de la Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 19 de Noviembre, 1993.
- Harrington, L.,P. Jones y M. Winograd. (1994). Operacionalización del concepto de sostenibilidad: Un método basado en la productividad total. Sexto Encuentro de RIMISP. Campiñas, Brasil. 11-14 April, 1994.
- Harrington, L.W. (1992). Measuring sustainability: Issues and alternatives. En *Let farmers judge: Experiences in assessing the sustainability of agriculture*, pp 3-16. Ed. por W. Hiemstra, C. Reijntjes y E. van der Werf. Intermediate Technology Publications, London, UK.
- Hazell, P.B.R. (1971). A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty. *American Journal of Agricultural Economics*, **53**: 53-62.
- Hwang, C. y A. Masud. (1979). *Multiple objective decision making method and applications*. Springer Verlag, Berlin, Germany.
- Johnsen, F.H. (1993). Economic analyses of measures to control phosphorous run-off from non-point agricultural sources. *European Review of Agricultural Economics*, **20**: 399-418.
- Kerrigan, G. (1994). Desarrollo y sustentabilidad del sector agrícolas: Integración de las políticas agrícolas y ambientales. En *Políticas económicas para el desarrollo sustentable de Chile*, pp 61-146. Ed. por E. Figueroa. Centro de Recursos Naturales y el Medio Ambiente, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Köbrich, C.J. (1993). *Sustainability: A farming system's approach*. MSc Dissertation. Department of Agriculture, University of Reading.
- Lynam, J.K. y R.W. Herdt. (1989). Sense and sustainability: Sustainability as an objective in international agricultural research. *Agricultural Economics*, **3**: 381-398.
- Maino, M.,J. Pittet y C. Köbrich. (1993). *Programación multicriterio: Un instrumento para el diseño de sistemas de producción*. Materiales docentes. Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción, Santiago, Chile.
- Martin, M.A.,M.M. Schreiber,J.R. Riepe y J.R. Bahr. (1991). The economics of alternative tillage systems, crop rotations, and herbicide use on three representative East-Central Corn Belt farms. *Weed Science*, **39**: 299-307.

- Neher, D. (1992). Ecological sustainability in agricultural systems: Definition and measurement. En *Integrating sustainable agriculture, ecology, and environmental policy*, pp 51-61. Ed. por R.K. Olson. Food Product Press, London, UK.
- Niño de Zepeda, A., M. Maino, F.D. Silvestre y J. Berdegúe. (1994). Análisis del conflicto productivo vs. sustentabilidad ambiental: Un enfoque de programación multicriterio. *Investigación Agraria: Economía*, **9**: 143-155.
- Norman, D. (1980). El método de investigación de sistemas agropecuarios: su pertinencia para el pequeño agricultor. Serie de estudios sobre desarrollo rural N° 5. Michigan State University. 30 pg.
- Parris, K. (1994). Developing a set of indicators for use in agricultural policy analysis. Paper presentado a la Agricultural Economics Society of Ireland. Dublin, Ireland. 19 September 1994.
- Pearce, D., E. Barbier y A. Markandya. (1990). Economic appraisal and the natural environment. En *Sustainable development: Economics and environment in the Third World*, pp 57-66. Ed. por D. Pearce, D., E. Barbier y A. Markandya. Edward Elgar Publishing Limited, Aldershot, England.
- Peña, L. (1985). Erosión hídrica en Trumaos de lomajes. En *Suelos volcánicos de Chile*, pp 528-547. Ed. por J. Tosso. INIA, Santiago, Chile.
- Ragland, J. y R. Lal (Eds). (1993). *Technologies for sustainable agriculture in the tropics*. American Society of Agronomy Special Publication. American Society of Agronomy, Madison, USA.
- Ramírez, E. y H. Martínez. (1994). Captura de información de diagnóstico en sistemas de producción campesinos. Grupo de Investigaciones Agrarias. Santiago, Chile.
- Rehman, T. y C. Romero. (1993). The application of the MCDM paradigm to the management of agricultural systems: Some basic considerations. *Agricultural Systems*, **42**: 239-255.
- Reijntjes, C., B. Haverkort y A. Waters-Bayer. (1992). Sustainability and farmers: Making decisions at the farm level. En *Farming for the future: An introduction to low-external-input and sustainable agriculture*, pp 24-34. Ed. por C. Reijntjes, B. Haverkort y A. Waters-Bayer. MacMillan Press Ltd, London, UK.
- Romero, C. (1985). Multiobjective and goal programming approaches as a distance function model. *Journal Operational Research Society*, **36**: 249-251.
- Romero, C., F. Amador y A. Barco. (1987). Multiple objectives in agricultural planning: A compromise programming application. *American Journal of Agricultural Economics*, **69**: 78-86.
- Romero, C. y T. Rehman. (1989). *Multiple criteria analysis for agricultural decisions*". Developments in Agricultural Economics. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Romero, C., T. Rehman y J. Domingo. (1988). Compromise risk programming for agricultural resource allocation problems: An illustration. *Journal of Agricultural Economics*, **39**: 271-282.

- Ruttan, V. (1990). Sustainability is not enough. En *Agricultural development in the third world*, pp 400-404. Ed. por C.K. Eicher y J.M. Staatz. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimore, USA.
- Sands, G.R. y T.H. Podmore. (1994). Development of an environmental sustainability index for irrigated agricultural systems. Electronic Conference on Sustainability Indicators. January-April 1994.
- Schans, J. (1991). Optimal potato production systems with respect to economic and ecological goals. *Agricultural Systems*, **37**: 387-391.
- Selley, R. (1984). Decision rules in risk analysis. En *Risk management in agriculture*, pp 53-67. (Ed. por Barry, P.J.). Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA.
- Shakya, K.M. y W.A. Leuschner. (1990). A multiple objective land use planning model for Nepalese hills farms. *Agricultural Systems*, **34**: 133-149.
- Spencer, D.S.C. y M.J. Swift. (1992). Sustainable agriculture: Definition and measurement. En *Biological Nitrogen fixation and sustainability of tropical agriculture*, pp 15-29. (Ed. por Mulongoy, K., M. Gueye y D.S.C. Spencer). An IITA and Wiley-Sayce Co-Publication.
- Spencer, I. y C. Garuti. (1994). Ventajas del análisis multicriterio en la evaluación de impacto ambiental de proyectos. En *Acta de la primera reunión nacional sobre evaluación de impacto ambiental*, pp 11.50-11.56. Ed. por CONAMA, Santiago, Chile.
- Sugden, R. (1981). Interpersonal comparisons. En *The political economy of public choice: An introduction to welfare economics*, pp 50-66. Martin Robertson, Oxford, UK.
- Tandon, H.L.S. (1990). Fertilizers and sustainable agriculture. En *Nutrient management and supply system for sustaining agriculture in the 1990's*, pp 15-27. (d. por V. Kumar, G.C. Shrotriya y S.V. Kaore). IFCO, New Delhi, India.
- Tauer, L.M. (1983). Target MOTAD. *American Journal of Agricultural Economics*, **65**: 606-610.
- Turvey, C.G. (1991). Environmental quality constraints and farm-level decision making. *American Journal of Agricultural Economics*, **73**: 1399.
- Valenzuela, J. y F. González. (1987). *La producción campesina*. AGRARIA, Santiago, Chile.
- Van Der Pol, F. (1992). Soil mining: An unseen contributor to farm income in Southern Mali. En *Let farmers judge: Experiences in assessing the sustainability of agriculture*, pp 65-75. Ed. por W. Hiemstra, C. Reijntjes y E. van der Werf. Intermediate Technology Publications, London, UK.
- Watts, M.J.,L.J. Held y G.A. Helmers. (1984). A comparison of target MOTAD to MOTAD. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, **32**: 175-186.
- Willis, C. y R. Perlack. (1980). Multiple objective decision-making: Generating techniques of goal programming. *American Journal of Agricultural Economics*, **62**: 66-74.
- Wischmeier, W.H.,C.B. Johnson y B.V. Cross. (1971). A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, **26**: 189-193.

- Wischmeier, W.J. y D.D. Smith. (1978). Predicting rainfall erosion loss - A guide to conservation planning. Agricultural Handbook N. 537. US Department of Agriculture. Washington DC, USA. 58 pg.
- Wossink, G.A.A., T.J. de Koeijer y J.A. Renkema. (1992). Environmental-economic policy assessment: A farm economic approach. *Agricultural Systems*, **39**: 421-438.
- Zekri, S. y C. Romero. (1991). Influencia de las preferencias del centro decisor y de los incentivos económicos en la reducción de la contaminación por sales. *Investigacion Agraria: Economia*, **6**: 223-239.
- Zeleny, M. (1973). Compromise programming. En *Multiple criteria decision making*, pp 262-301. Ed. por J.L. Cochrane, y M. Zeleny. University of South Carolina Press, Columbia, USA.
- Zeleny, M. (1982). *Multiple criteria decision making*. Quantitative Methods for Management. McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- Zhu, M., D.B. Taylor y S.C. Sarin. (1993). A multi-objective dynamic programming model for evaluation of agricultural management in Richmond County, Virginia. *Agricultural Systems*, **42**: 127-152.

4. ANEXOS

4.1 ANEXO 1: CURRICULUM VITAE

4.1.1 CLAUS KÖBRICH GRÜEBLER

i. Publicaciones

- Maino, M., J. Pittet y C. Köbrich. 1991. "Uso de modelos en Medicina Veterinaria". Monografías de Ciencias Veterinarias 13(1):67-72.
- Köbrich, C. y P. Pérez. 1991. "Carnes ovinas en la CEE. Presente y futuro". Revista Tattersal. Marzo, 1991.
- Maino, M., J. Pittet y C. Köbrich. 1991. "Programación multi-criterio: Un instrumento para el diseño de sistemas de producción". Editado por Red Internacional de Metodologías de Investigación en Sistemas de Producción. Serie Materiales Docentes. 131 pp.
- Maino, M., K. Villaroel, C. Köbrich y J. Pittet. 1993. "Caracterización de los deudores de crédito corrientes del Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP." IV Congreso Latinoamericano y del Caribe de Economía Agrícola. Abril 1993. Poster.
- Köbrich, C. 1993. "Sustainability: A farming systems approach". Memoria de Grado. Departamento de Agricultura. Universidad de Reading. 91 pg.

ii. Investigación:

- "Alternativas de desarrollo para la Isla de Tierra del Fuego, XII Región". Proyecto U. de Chile-SACOR Ltda. 1991-1992. Investigador alterno.
- Producción de carne caprina en la IV Región y sus posibilidades de exportación. SACOR-INDAP- AGRARIA LTDA.-Municipalidad de Ovalle. Co-investigador. Facultad de Cs. Veterinarias y Pecuarias. 1991-1993.
- "Incorporación de la juventud rural al mundo productivo". Proyecto U. de Chile-INDAP. 1992. Investigador alterno.

iii. Asesorías y consultorías institucionales

- "Estudio de prefactibilidad para la construcción de una planta faenadora para la exportación de carne caprina en la IV Región de Coquimbo". 1991. Informe a SACOR-CORFO. 200 pp.
- "Estudio de prefactibilidad de la adaptación de la PFC Porvenir a las exigencias de la CEE". 1991. Informe a SACOR-CORFO. 187 pp.
- "Construcción y operación de un lavadero de lana en la ciudad de Porvenir. Perfil de Inversión". 1991. Informe a SACOR-CORFO. 20 pp.

- "Construcción y operación de una curtiembre en la ciudad de Porvenir. Perfil de Inversión". 1991. Informe a SACOR-CORFO. 26 pp.
- "Construcción y operación de un picladero en la ciudad de Porvenir. Perfil de Inversión". 1991. Informe a SACOR-CORFO. 20 pp.
- "Catastro nacional de centros de acopio de leche bovina". 1991. U. de Chile-INDAP. 28 pp.
- "Elementos para una propuesta de incorporación de la juventud rural al mundo productivo". 1992. Informe a INDAP. 49 pp.
- "Programa de apoyo para la creación y desarrollo de microempresas juveniles rurales". 1992. Informe a INDAP. 19 pp.
- "Bases para la presentación de propuestas al programa de apoyo para la creación y desarrollo de microempresas juveniles rurales". 1992. Informe a INDAP. 17 pp.
- "Programa de apoyo para la creación y desarrollo de microempresas juveniles rurales. Guía para la presentación de proyectos". 1992. Informe a INDAP. 16 pp.
- "Estudio de factibilidad de la construcción de una planta faenadora para la exportación de carne caprina en la IV Región de Coquimbo". 1992. Informe a SACOR-CORFO. 221 pp.

4.1.2 MARIO MAINO MENENDEZ

i. Publicaciones

- Maino M. y Vergara, M.C. 1988. Una revisión de las técnicas de programación multi-criterio como instrumento de planificación agropecuaria. *Ingeniería de Sistemas* 2(33-46).
- Maino, M. y Flores, A. 1989. Un modelo de programación por metas aplicadas a economías campesina de subsistema. Congreso de metodologías en Ingeniería de sistemas.
- Maino, M.; J. Pittet; J. Gálmez y A. Piñeiro. 1991. Sistemas de producción pecuarios en economías de pequeños agricultores. San Clemente. Talca. Chile. *Avances en Ciencias Veterinarias* 6(2): 112-121.
- Maino, M.; J. Pittet y C. Köbrich. 1991. Programación multi-criterio: Un instrumento para el diseño de sistemas de producción. Ed. RIMISP. Serie Materiales Docentes. 131 pp.
- Pérez, P.; M. Maino; J. Pittet; H. Agüero y C. Köbrich 1991. Catastro nacional de centros de acopio de leche bovina. U. de Chile. INDAP. 28 pp.
- Maino, M., K. Villaroel, C. Köbrich y J. Pittet. 1993. "Caracterización de los deudores de crédito corrientes del Instituto de Desarrollo Agropecuario, INDAP." IV Congreso Latinoamericano y del Caribe de Economía Agrícola. Abril 1993. Poster.
- Pittet, J.; Maino, M.; Pérez, P. y Morales, M.S. 1994. Caracterización del mercado de la carne ovina en los Estados Unidos de Norteamérica. *Avances en Cs. Vet.* 9(2): 71-82.
- Pérez, P.; Maino, M.; Agüero, H. y Pittet, J. 1994. Caracterización de los Centros de Acopio de leche bovina existentes en Chile. *Avances en Cs. Vet.* 9(2): 83-92.

ii. Investigación

- Desarrollo y aplicación de instrumentos propios del análisis de sistemas a problemas de desarrollo rural. GIA-CAMPOCOOP. Investigador Principal. 1989-1991.

- Alternativas de desarrollo para la Isla de Tierra del Fuego, XII Región. SACOR. Investigador Responsable. Facultad de Cs. Veterinarias y Pecuarias. 1991-1993
- Producción de carne caprina en la IV Región y sus posibilidades de exportación. SACOR-INDAP- AGRARIA LTDA.-Municipalidad de Ovalle. Investigador Responsable. Facultad de Cs. Veterinarias y Pecuarias. 1991-1993.
- Caracterización socio económica de comunidades de pescadores artesanales y desarrollo de tecnologías apropiadas para protección de los recursos IV Región Chile. CIMADE (Francia) Proyecto N° 735734. Investigador Alterno. GRICA-Facultad de Cs. Veterinarias y Pecuarias. 1990 a la fecha.
- "Incorporación de la juventud rural al mundo productivo". Proyecto U. de Chile-INDAP. 1992. Investigador principal.

iii. Asesorías y consultorías institucionales

- Gálmez, J., Pérez, P., Maino, M., Pittet, J., Barría, N. "Estudio de mercado para dimensionar y evaluar la capacidad exportadora de carne faenada de ganado ovino, al Mercado Común Europeo (M.C.E.), a partir de la operación del Matadero Frigorífico Ex-Catef de la Comuna de Porvenir, provincia de Tierra del Fuego, XII Región". 1988.
- Gálmez, J., Pérez, P., Maino, M., Pittet, J., Alvear, C. 1988. "Estudio de mercado de la carne faenada de ganado ovino, Comuna de Porvenir, XII Región. Informe complementario.
 - Asesoría en la implementación de las medidas de emergencia a la Comisión de Sequía. 1990. INDAP.
 - Maino, M., P. Pérez, J. Pittet, M. Morales, C. Köbrich y C. Alvear. 1990-1991. "Estudio de mercado de la carne congelada de caprino y subproductos en la Comunidad Económica Europea y países árabes".
 - Pérez, P., Maino, M., Pittet, J., Agüero, H. 1991. Catastro nacional de Centros de Acopio de Leche Bovinas".
 - Maino, M., C. Köbrich, Pérez, P., J. Pittet y Morales S. 1991. La planta faenadora de carne de Porvenir y el banco ganadero como factores de desarrollo.
 - M. Maino, M. Leporati y C. Köbrich. "Elementos para una propuesta de incorporación de jóvenes rurales al mundo productivo". 1991. Informe a INDAP.
 - Construcción y operación de un lavadero de lana en la ciudad de Porvenir. 1991. Perfil de Inversión. Informe a SACOR-CORFO.
 - Construcción y operación de una curtiembre en la ciudad de Porvenir. 1991. Perfil de Inversión. Informe a SACOR-CORFO.
 - Construcción y operación de un picladero en la ciudad de Porvenir. 1991. Perfil de Inversión. Informe a CORFO.
 - "Programa de apoyo para la creación y desarrollo de microempresas juveniles rurales". 1992. Informe a INDAP. 19 pp.
 - "Bases para la presentación de propuestas al programa de apoyo para la creación y desarrollo de microempresas juveniles rurales". 1992. Informe a INDAP. 17 pp.
 - "Programa de apoyo para la creación y desarrollo de microempresas juveniles rurales. Guía para la presentación de proyectos". 1992. Informe a INDAP. 16 pp.

➤ "Estudio de factibilidad de la construcción de una planta faenadora para la exportación de carne caprina en la IV Región de Coquimbo". 1992. Informe a SACOR-CORFO. 221 pp.

4.1.3 TAHIR REHMAN

i. Publicaciones

- Rehman, T. (1982). Technical and economic criteria in agricultural production: A case for a systems approach to farm decision planning in the Pakistan Punjab. *Agricultural Systems* 9(1):43-55.
- Romero, C. and Rehman, T. (1984). Goal programming and multiple criteria decision-making in farm planning: An expository analysis. *Journal of Agricultural Economics* 35(2): 177-190.
- Romero, C. and Rehman, T. (1984). Multiple-criteria decision-making techniques and their role in livestock ratio formulation. *Agricultural Systems* 15(1): 23-49.
- Romero, C. and Rehman, T. (1984). Goal programming and multiple criteria decision-making in farm planning: Some extensions. *Journal of Agricultural Economics* 36(2): 171-185.
- Romero, C. and Rehman, T. (1984). Planificación agraria en contextos de metas múltiples: Un análisis expositivo. *Agricultura y Sociedad* 33: 87-122.
- Rehman, T. and Romero, C. (1987). Multiobjective and goal programming techniques for solving agricultural planning problems. In "Agriculture and Economic Instability", ed. by M. Bellamy and B. Greenshields. Gower, Aldershot, 355-359.
- Rehman, T. (1987). Multiple criteria decision techniques and multipurpose agriculture. In "Multipurpose Agriculture and Forestry", ed. by M. Merlo *et al.* Wissenschafts Verlag Vauk, Kiel, 7-18.
- Romero, C. and Rehman, T. (1987). Natural resource management and the use of multiple criteria decision making techniques: A review. *European Review of Agricultural Economics* 14(1): 61-89.
- Romero, T., Rehman, T., and Domingo, J. (1988). Compromise-risk programming for agricultural resource allocation problems: An illustration. *Journal of Agricultural Economics* 39: 271-276.
- Romero, C. and Rehman, T. (1989). "**Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions**". Elsevier, Amsterdam, 257 pp.
- Jenkins, N., Rehman, T., Tranter, R.B. (1989). The ecological consequences of a less-intensive agriculture: Some results from the Reading Linear Programming Model of Agriculture in England and Wales. Report to the Natural Environment Research Council and the Natural Conservancy Council. U. of Reading, Centre for Agricultural Strategy, 25 pg.
- Romero, C. and Rehman, T. (1991). Goal programming and paretian efficiency. In "Critical Issues in Goal Programming". Pergamon, 13-24.

- Rehman, T. (1991). Construction of Multiperiod LP models. In "The Economic Analysis of Energy Forestry on Farms", ed. by Carruthers et al. CAS Report, U. of Reading.
- Akatugba, O., Rehman, T. and Upton, M. (1992). Ordering of multiple objectives of small farmers in Bendel State, Nigeria. In "Issues in Agricultural Development- Sustainability and Co-operation". IAAE Occasional Paper No. 6. Gowen House, Aldershot, 372-373.
- Rehman, T. and Romero, C. (1993). The application of the MCDM paradigm to the management of agricultural systems: Some basic considerations. *Agricultural Systems* 41(3): 239-256.
- Piech, B. and Rehman, T. (1993). Application of multiple criteria decision-making methods to farm planning: A case study. *Agricultural Systems*. 41(3): 305-320.

ii. Investigación

Mis intereses de investigación son múltiples y cubren estudios desde la naturaleza de los objetivos del agricultor hasta el desarrollo de nuevos métodos para la enseñanza de administración agrícola. Sin embargo, mi inquietud principal se encuentra en el campo de las metodologías de planificación y toma de decisiones, particularmente métodos de programación matemática y su aplicación al análisis de problemas de decisión en la administración de sistemas agropecuarios. En el período 1984 a 1987 este interés se extendió a un campo relativamente nuevo en las ciencias de administración, a saber el uso de Técnicas de Toma de Decisión Multi-criterio para analizar problemas de decisión que involucren objetivos múltiples y conflictivos. Este trabajo nace de la desilusión con el supuesto de un objetivo uni-dimensional en la formulación de modelos de planificación y de toma de decisión y se inició en colaboración con el Profesor Carlos Romero de la Universidad de Córdoba, España, generando artículos originales en revistas académicas de prestigio así como un libro, publicado como parte de la prestigiosa Serie "Developments in Agricultural Economics", Publicado por Elsevier.

Durante los dos últimos períodos académicos he contribuido con un conjunto de seminarios sobre técnicas de decisión multi-criterio para estudiantes de doctorado en las universidades italianas de Padua, Parma y Trento. Este programa aún continúa y será extendido a la Universidad Agrícola de Noruega.

Desde Noviembre de 1987 he tenido un rol importante en el diseño y construcción de un modelo de optimización de gran escala (Reading Land Use Allocation Modal, LUAM) para estudiar las implicancias de cambios en la Política Agrícola Común sobre la campiña. Este proyecto es patrocinado por el Ministerio de Agricultura, Alimentos y Pesca, el Departamento del Medio Ambiente y la Comisión de Desarrollo Rural del Reino Unido. También fui el responsable técnico en el desarrollo de un modelo derivado del LUAM usado para el estudio de posibles cambios climáticos y patrones de uso de la tierra en Inglaterra y Gales. Esta investigación fue financiada por el Consejo de Investigación para Economía y Ciencias Sociales.

Por otro lado he sido responsable de proveer el liderazgo técnico en la conceptualización y diseño de modelos dinámicos de programación lineal para otro estudio financiado por la CEE con el fin de analizar la economía de la forestación para energía en Gran Bretaña, Irlanda y Holanda.

En la actualidad superviso los siguientes proyectos:

- “Implicaciones socio-económicas de nuevas tecnologías de cría para la industria bovina”. Proyecto financiado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentos, por un monto de £ 100.000. Este proyecto tiene tres años de duración e involucra modelos de Markov y de programación matemática.
- “Proyecto de la CEE para la movilización de capital humano”. Este proyecto involucra a Viterbo (Italia), Nancy (Francia), Viena (Austria) y Reading (Inglaterra) y tiene una duración de 3 años y un financiamiento de £ 52.000. Su objetivo es intercambiar doctorantes y post-doctorantes de estos 4 centros, los que realizan estancias de hasta 9 meses trabajando principalmente en técnicas de toma de decisión multi-criterio y administración de recursos rurales.

Por último, los resultados de mis actividades de investigación han sido regularmente presentados en conferencias y seminarios internacionales.

4.1.4 JUDITH GÁLVEZ

i. Investigación

- Consultora científica en la elaboración del II Plan Mundial para combatir la desertificación PNUMA. Ginebra, Suiza.
- Consultora FAO en el estudio sobre “Las comunicaciones en el proceso de toma de decisiones de reforestar suelos desertificados en comunidades agrícolas de la IV Región de Chile”.
- Consultora académica en el plan de acción forestal FAO- Países Bajos - CONAF. 1993.
- Consultora técnica de INDAP para la elaboración de planes de mediano plazo. Programa de transferencia tecnológica correspondiente a pequeños productores de las Comunas de Paredones y San Francisco de Mostazal, VI Región.

ii. Publicaciones

- Indicadores socioeconómicos para medir desertificación. en proyectos de desarrollo. IDIZA - UNEP - FAO. Argentina. 1993.
- Explotación de tierras en descanso en sistemas de Comunidades Agrícolas en zonas áridas. ORSTROM, La Paz, Bolivia.
- Control de desertificación en zonas áridas. Del diagnóstico a la toma de decisiones. IV Conferencia Internacional para el desarrollo de las zonas áridas. Colegio de Postgraduados de Chapingo. CONAZA, México. 1993.
- Sistemas agropastorales en zonas áridas de la IV Región de Chile. Simposio Latinoamericano sobre Investigación y Extensión en Sistemas Agropecuarios. FUNDAGRO, CIID. Quito, Ecuador. 1993.
- Variabilidad climática, medio ambiente y desarrollo sustentable en América Latina. Conferencia Internacional sobre impactos de las variaciones climáticas y desarrollo en regiones semiáridas. Fortaleza, Brasil. 1992.

4.1.5 MANUEL CASANOVA PINTO

i. Investigación

- Caracterización del sistema de volatilización de algunos suelos superficiales de la Zona Central de Chile. Financiado por Convenio Universidad de Chile - Sociedad Química y Minera de Chile S.A. 2 años (1986-1988). Co-investigador.
- Desarrollo y modelización para la evaluación de la capacidad de suministro de nitrógeno de suelos y residuos orgánicos. Evaluación de un índice químico del nitrógeno potencialmente mineralizable en suelos. Financiado por Fondecyt-Chile (Proyecto 0894-89). 3 Años (1989/1991). Co-investigador.
- La tuna como base de agricultura de alta productividad y multi-objetivo (fruta, energía, carne, industria). Financiado por Fondecyt-Chile (Proyecto 1940390). 3 Años (1994/1996). Co-investigador.
- Estudio ambiental de la Reserva Forestal Ñuble. Caracterización y monitoreo del recurso suelo. Financiado por Corporación Nacional Forestal-Chile. (1994). Co-investigador.
- Estrategias de Desarrollo Agrícola de la VI Región de Chile. Financiado por INDAP-Chile. (1995). Co-investigador.

ii. Publicaciones

- **Casanova, M.** 1991. Volatilización potencial de amoníaco a partir de urea aplicada superficialmente en suelos de la Zona Central de Chile. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Escuela Agronomía, Departamento de Ingeniería y Suelos. 130 p.
- Benavides, C. y **Casanova, M.** 1989. Dinámica de nutrientes y su disponibilidad en suelos de drenaje restringido. Boletín de Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo 9: 122 - 159.
- Varnero, M.T.; Benavides, C. y **Casanova, M.** 1991. Tipificación de tres sistemas de uso agrícola del suelo en base a parámetros de mineralización en la Zona Central de Chile. XLII Congreso Agronómico, Universidad de Concepción. Chillán. Resumen publicado en Simiente 61 (2-3): 161.
- Santibañez, F.; Varnero, M.T.; Benavides, C. y **Casanova, M.** 1992. Determinación de regímenes térmicos en el horizonte superficial. XLIII Congreso Agronómico, Universidad de Chile. Santiago. Resumen publicado en Simiente.
- Vera, W. y **Casanova, M.** 1992. Morfología de suelos. pp: 23 - 72. En: Suelos, una visión actualizada del recurso. Departamento de Ingeniería y Suelos, Universidad de Chile, Publicación Miscelánea Agrícola N° 38. 345 p.
- Benavides, C.; **Casanova, M.** y Rustom, A. 1992. Capacidad de tamponamiento contra la alcalinidad en suelos de las regiones V y Metropolitana de Chile. Agricultura Técnica (Chile)52: 426 - 430.
- Benavides, C. y **Casanova, M.** 1990. Capacidad de tamponamiento contra la alcalinidad generada por la urea en suelos de las regiones V y Metropolitana. En: Borie *et al.* (Eds.) Proceeding VI Congreso Nacional de las Ciencias del Suelo: 205 - 213. Universidad de la Frontera, Temuco.

- **Casanova, M.** 1994. Introducción al curso. pp: Curso de Perfeccionamiento "Medio Ambiente y Desarrollo Agrosilvípecuario Sustentable" : Suelo y Medio Ambiente. **Casanova, M.** (Ed.) Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales - Facultad de Arquitectura y Urbanismo (Escuela de Postgrado). Universidad de Chile. 230 p.
- Carrasco, M.A. y **Casanova, M.** 1994. Química de suelos (movimiento de pesticidas y fertilizantes nitrogenados) pp: .Curso de Perfeccionamiento "Medio Ambiente y Desarrollo Agrosilvípecuario Sustentable" : Suelo y Medio Ambiente. **Casanova, M.** (Ed.) Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales - Facultad de Arquitectura y Urbanismo (Escuela de Postgrado). Universidad de Chile. 230 p.
- **Casanova, M.** 1994. Degradación y Desertificación. pp: Curso de Perfeccionamiento "Medio Ambiente y Desarrollo Agrosilvípecuario Sustentable" : Suelo y Medio Ambiente. **Casanova, M.** (Ed.) Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales - Facultad de Arquitectura y Urbanismo (Escuela de Postgrado). Universidad de Chile. 230 p.
- **Casanova, M.** y Benavides, C. 1995. Actividad de la ureasa en suelos de la zona central de Chile. Agricultura Técnica-Chile (En prensa).