

F
38.1
542p
179
CC.EE.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

095063
EJ. 1.

FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

TRABAJO DE GRADUACION

**LA PROGRAMACION OPTIMA DE CULTIVOS COMO INSTRUMENTO
DE LA PLANIFICACION AGRICOLA REGIONAL**

PRESENTADO POR

ALFREDO DIAZ BARRERA

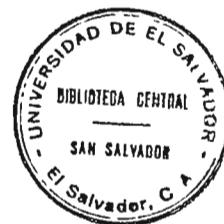
DANIEL TIRTEO GOMEZ MENDOZA

GUILLERMO VILLACORTA MARENCO

PARA OPTAR AL GRADO DE

LICENCIADO EN ECONOMIA

JULIO DE 1979



SAN SALVADOR,

EL SALVADOR, C A

CENTRO AMERICA

AUTORIDADES DE LA
UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR: DR. EDUARDO BADIA SERRA
SECRETARIO: DR. JORGE FERRER DENIS
FISCAL GENERAL: DR. MIGUEL CARIAS DELGADO

DECANO: LIC. ROBERTO SALAZAR CANDELL

ASESOR DE TESIS: Ph.D. MANUEL R. SEVILLA

TRIBUNAL EXAMINADOR

PRESIDENTE. LIC. ROBERTO ZALAZAR CANDELL
PRIMER VOCAL: LIC. ROGELIO SOTO GOMEZ
SEGUNDO VOCAL LIC. FRANCISCO GONZALEZ CHAVEZ

SAN SALVADOR, Mayo 1979.

I N D I C E

PROLOGO

PRIMERA PARTE

INTRODUCCION

I.- PLANIFICACION AGRICOLA Y DESARROLLO REGIONAL

- 1.1 Planificación Regional
 - 1.1.1 Niveles de Operación
 - 1.1.1.1 Espacios Estructurales o Niveles de Desarrollo
 - 1.1.1.2 Niveles de Planificación
 - 1.1.1.3 Sectores de la Planificación
 - 1.1.2 Relaciones entre Planificación Global, Sectorial y Regional.
- 1.2 La Agricultura en el Proceso de Desarrollo Regional
 - 1.2.1 Antecedentes Históricos
 - 1.2.2 Desarrollo Nacional y Desarrollo Agrícola
 - 1.2.3 La Agricultura como Factor de Desarrollo - Regional
- 1.3 La Región como Base del Desarrollo Agrícola
 - 1.3.1 Criterios de Identificación
 - 1.3.2 El Conjunto de Regiones y el Plan
 - 1.3.3 Factores Socioculturales en el Desarrollo - Agrícola Regional
- 1.4 Planificación del Desarrollo Agrícola Regional
 - 1.4.1 Estructura del Plan
 - 1.4.1.1 Diagnóstico y Prognosis
 - 1.4.1.2 Objetivos y Metas
 - 1.4.1.3 Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional.

- 1.5 *Ejecución del Plan de Desarrollo Agrícola*
 - 1.5.1 *Organización Institucional del Subsistencia de Planificación Agrícola*
 - 1.5.1.1 *Sistema Centralizado*
 - 1.5.1.2 *Sistema Semidescentralizado*
 - 1.5.1.3 *Sistema Descentralizado*
 - 1.5.2 *Instrumentos de política*
 - 1.5.3 *Control y Evaluación*

II.- *LOS PROYECTOS DE DESARROLLO INTEGRAL RURAL EN EL SALVADOR COMO EXPERIENCIA DE PLANIFICACION REGIONAL*

- 2.1 *Antecedentes*
- 2.2 *Proyecto de Zonificación Agrícola*
 - 2.2.1 *Fase I*
 - 2.2.2 *Fase II*
 - 2.2.3 *Fase III*
- 2.3 *Proyectos de Desarrollo Integral Rural Impulsados por el Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria (ISTA)*
 - 2.3.1 *Proyectos Productivos*
 - 2.3.2 *Proyectos de Apoyo a la Producción*
 - 2.3.3 *Proyectos de Desarrollo Comunal*
 - 2.3.4 *Agroindustria*
 - 2.3.5 *Proyecto Infraestructura de Comercialización*
 - 2.3.6 *Transferencia de la Propiedad*

SEGUNDA PARTE

INTRODUCCION

I.- *METODO DE PROGRAMACION OPTIMA DE CULTIVOS*

- 1.1 *Características Generales del Instrumento*
- 1.2 *Etapas del procedimiento*

II.- *MODELOS DE OPTIMIZACION Y SU UTILIZACION EN LA PLANIFICACION AGRICOLA REGIONAL*

- 2.1 *Utilización de Herramientas Cuantitativas en el Proceso de Planificación*
 - 2.1.1 *Justificación*
 - 2.1.2 *Limitaciones*
- 2.2 *Características Formales del Modelo*
- 2.3 *Implementación del Modelo*
 - 2.3.1 *Selección del Área de Estudio*
 - 2.3.2 *El Área de Estudio y la Planificación Regional*
 - 2.3.3 *Actividades de Producción*
 - 2.3.4 *Oferta Regional de Factores*
 - 2.3.5 *Coefficientes Técnicos de Producción*
 - 2.3.6 *La Función Objetivo a Maximizar*
 - 2.3.7 *Descripción del Modelo*
- 2.4 *Solución Base del Modelo*
- 2.5 *Auxilio Para Diagnóstico y Formulación del Plan*
- 2.6 *Aplicación del Modelo: Simulaciones*

III.- *MODELO DE MERCADO EN PROGRAMACION REGIONAL DE CULTIVOS*

- 3.1 *Características Básicas del Modelo de Asignación*
- 3.2 *Características del Modelo de Mercado*
- 3.3 *Funciones de Demanda*
- 3.4 *Criterios de Maximización*
- 3.5 *Algoritmo de Programación Lineal Separable*
- 3.6 *Descripción del Modelo*
 - 3.6.1 *Balances*

3.6.2 Balance de Producción y Ventas

3.6.3 Balance de Convexidad

3.5.4 La Función Objetivo

3.7 Solución del Modelo

3.8 Comparación de las Soluciones de los Modelos Ex-
puestos

3.9 Solución e Interpretación del Modelo de Asignación

3.10 Solución e Interpretación del Modelo de Mercado

3.11 Simulación del Modelo de Mercado

TERCERA PARTE

CONCLUSIONES

A N E X O S

1- Programa Simplex

2- Soliões de Computadora

3- Municipios de los cuadrantes estudiados

4- Levantamiento General de Suelos en área de estudio

FILTOGRAFIA

P R E L O G O

El presente trabajo es producto de experiencias de investigación orientadas por la hipótesis general de que la programación matemática constituyen un valioso auxiliar para la planificación agrícola regional.

La etapa inicial del trabajo consistió en implementar un modelo de programación que reprodujese las características de la producción agrícola en un área determinada, a niveles de desagregación que incluyeron la mayor parte de los factores técnicos y agronómicos que determinan el comportamiento de la agricultura regional. Este modelo consideraba nueve cultivos, tres niveles de tecnificación e igual número de épocas de siembra, sujetos a restricciones de tierra, fertilizantes, semilla, plaguicidas, tracción animal y mecánica, y fuerza de trabajo asalariada y familiar. Las dimensiones del modelo fueron setenta y seis filas y ciento treinta y tres columnas. La solución del mismo, aunque matemáticamente factible, mostró incongruencias agro-económicas.

La posibilidad de mejorar el modelo, manteniendo las dimensiones indicadas, requería tratamientos adicionales que hacían difíciles su manejo y la interpretación de resultados, no obstante la valiosa colaboración que en todo momento aportó el centro de cómputo de la Universidad de El Salvador.

En esta etapa de investigación, observaciones y comentarios del Dr. Manuel Sevilla constituyeron decisivas orientaciones metodológicas para el equipo de trabajo. Fue establecido que el objeto de estudio podría ser abordado considerando solamente los aspectos esenciales del mismo, sin que la aplicación instrumental perdiera validez.

Operadas las modificaciones señaladas se procedió a incorporar variables de mercado al instrumento de optimización; se agregaron balances de producción y ventas, y balances de convexidad, incluyendo por esta vía las funciones de demanda. No obstante, la carencia de algoritmos de descomposición matricial impidió obtener mejores resultados, pese a la búsqueda de alternativas efectivas para linearizar las funciones cuadráticas de utilidad.

Las experiencias obtenidas en este trabajo indican que la planificación agrícola regional debe considerar la utilidad de aplicar métodos cuantitativos, en regiones identificadas como unidades espaciales de implementación exitosa de herramientas de optimización, en cualquier caso, requiere la existencia de un contexto político-institucional y de un sistema nacional de planificación adecuados para proveer planes globales, sectoriales y regionales coherentes; así como estrategias, políticas y medidas que sirven de referencia a las simulaciones que el modelo permite realizar.

Finalmente, expresamos nuestro agradecimiento a técnicos de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables, del Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria y del Centro de Cómputo de la Universidad de El Salvador, así como a todas las personas que contribuyeron para concluir el presente trabajo.

PRIMERA PARTE

PLANIFICACION AGRICOLA Y DESARROLLO REGIONAL

I N T R O D U C C I O N

La presente sección trata sobre los elementos formales de la planificación agrícola regional y examina experiencias nacionales de Proyectos de Desarrollo Rural Integrado, contractándose el significado de proposiciones teóricas sobre el proceso de planificación en relación a la política agrícola implementada por el sector público.

En el Capítulo I, se discute los niveles operativos de la planificación regional y las relaciones existentes entre los niveles global y regional de planificación. Ubicado el papel de la agricultura en el desarrollo regional se exponen las etapas de estructuración del plan agrícola y se tratan aspectos técnico- administrativos de su ejecución.

El Capítulo II, contiene experiencias nacionales de Proyectos de Desarrollo Rural Integrado: el caso del Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria (ISTA) y el caso Proyecto de Zonificación Agrícola, Fase III.

CAPITULO I

I.- PLANIFICACION AGRICOLA Y DESARROLLO REGIONAL

1.1 Planificación Regional:

1.1.1 Niveles de Operación

El Espacio Regional es el contorno físico en el cual los elementos que influyen en su desarrollo son objeto de planificación, decisión y ejecución de proyectos y acciones en orden a alcanzar transformaciones estructurales y funcionales cuyo resultado final ha de ser el desarrollo regional.

1.1.1.1 Espacios Estructurales o Dimensiones del Desarrollo.

El nivel de operación de la planificación regional ^{1/} está condicionado por la dimensión física, en la cual se concretan los espacios estructurales donde fluyen las variables sectoriales. Estos espacios estructurales se denominan dimensiones del desarrollo, y son: las que corresponden a lo Social, Económico, Ecológico y lo Institucional Administrativo.

Cada una de estas dimensiones o estructuras del

^{1/} Osorio Carlos; -Guías de Conferencias del "Curso Sobre Desarrollo Rural Integrado" Guatemala, Sep-Nov./78(mimeograf)

desarrollo adoptan a nivel del espacio físico de la región, contornos más definidos y son, paralelamente, susceptibles de ser circunscritas con funciones y actividades que se agrupan en sectores del desarrollo regional, al interior de los cuales es posible establecer metas, estrategias políticas y programas, que al conformar un plan, viabilizan el desarrollo en forma sensible para los receptores-ejecutores del mismo.

1.1.1.2 Niveles de Planificación

Además de las dimensiones o estructuras de desarrollo regional y de los sectores hay niveles de la planificación regional que atienden la cobertura del mismo, según sea departamental, municipal o cantonal. Esto es, se refiere a las circunscripciones político-administrativas fijadas por el Estado y que forzosamente habrá que considerar para fines de implementación de los planes, programas y proyectos.

Tanto las dimensiones o estructuras del desarrollo como los sectores y los niveles de planificación convergen en la dimensión espacial para definir un Modelo de ordenamiento Territorial que agrupa las funciones y actividades sociales y económicas, cuyo comportamiento pretende influir el plan de desarr

Desarrollo Regional

1.1.1.3 Sectores de la Planificación

En la práctica el Plan de Desarrollo Regional opere con proyectos específicos a nivel de sectores.^{2/} Estos proyectos son identificados, formulados y evaluados conforme metas, estrategias y políticas definidas, tanto para la región como para el sector.

Los sectores son espacios abstractos que agrupan las funciones y actividades sociales y económicas cuya tendencia y comportamiento es necesario influir con vista al desarrollo.

Generalmente estos sectores son específicos y responden al tipo de región que se trate, pero los más frecuentemente identificados son agrupados así:

GRUPOS SECTORIALES	SECTORES
A) Recursos Para El Desarrollo	a.1 Recursos Humanos
	a.2 " Natural.
	a.3 " Financ.
	a.4 " Tecnológ.

2/ Opus. Cit., Guía de Conferencias Nº 4

- B) Productivos
 - b.1 Agropecuarios
 - b.2 Industrial
 - b.3 Turismo, Servicios, etc.

- C) Infraestruc. Económica
 - c.1 Energía
 - c.2 acueductos
 - c.3 Alcantaría
 - c.4 Vías, transporte y comunicación.

- D) Infraestructura Social
 - d.1 Vivienda
 - d.2 Educación
 - d.3 Salud

- E) Infraestructura de Apoyo
 - e.1 Informática
 - e.2 Institucional

En síntesis, los niveles de operación de la planificación regional son los elementos definidos como:

- a) Dimensiones del Desarrollo
- b) Niveles de Planificación
- c) Sectores de la Actividad

Los cuales son integrados físicamente a nivel de la Región por el Plan de Desarrollo Regional.

1.1.2 Relaciones Entre Planificación Global, Sectorial y Regional: 3/

El Plan de Desarrollo Regional, como toda proyección de acciones y resultados formula modelos normativos respecto de los cuales ha de evaluarse los resultados obtenidos. Los modelos normativos estan, a su vez, diseñados en base a Diagnósticos levantados a nivel de cada sector y en cada uno de éstos, respecto a cada Dimensión o Estructura del Desarrollo.

En los niveles políticos se elaboran los marcos de referencia en los que para cada Sector se definen los objetivos y políticas de desarrollo y tambien se establecen los objetivos y políticas nacional de Regionalización. Los modelos normativos son la conjugación de los diagnósticos sector-dimensionales y de los objetivos y políticas señaladas autónomamente por la autoridad planificadora, proyectados tambien a nivel espacial. Estas vinculaciones entre la planificación nacional y regional no son tan simples como aparentemente podría resolverse, mediante el recurso de pensar que los planes regionales son partes simples del total del plan nacional.

3/ El Modelo presentado en acápite es una adaptación del modelo de desarrollo presentado con fines ilustrativos en el curso sobre desarrollo integral realizado en Guatemala, en Sep./78.

Para establecer con mayor precisión la relación entre Plan Regional y Plan Nacional es necesario tomar en cuenta el modelo metodológico que se sigue para formular un plan nacional de desarrollo en el contexto de la planificación nacional.

El modelo tiene dos componentes:

- a) Fase global
- b) Fase sectorial

Se asume que el modelo opera sobre la base de:

- c) Diagnóstico global, integrado a partir del estudio de las dimensiones estructurales del desarrollo y de los sectores que proyectan a tales dimensiones.
- d) Que el país cuenta con una estrategia global para el desarrollo que le ha permitido claridad sobre, estrategias, políticas y metas proyectadas a nivel global por sectores y dimensiones, incluidos en estos últimos la dimensión territorial.
- e) que la actividad planificadora dispone de un marco nacional de referencia en el que se detallan los objetivos y políticas tanto sectoriales como regionales.

Con los elementos anteriores es posible estructurar un modelo cuyo resultado será la constitución de:

- 1.- Modelos Normativos Sectoriales, respecto de los cuales evalúan las estrategias, políticas y metas, programas y proyectos implementados a nivel de cada sector.
- 2.- Modelos espaciales respecto de los cuales poder ubi-car físicamente las acciones señaladas para cada sector.
- 3.- Metas, estrategias, políticas, programas y proyectos referidos simultáneamente las faces global y secto-rial del plan; y proyectadas a cada sector, región, dimensión del desarrollo y niveles administrativos - correspondientes.

Dichas metas, estrategias, políticas, programas y proyectos son por lo tanto susceptibles de ser evaluados y corregidos sin que se excluya el mecanismo de retroalimentación del proceso, mediante la reformulación del plan a partir de los resultados y evaluaciones de rivadas de las acciones implementadas en una primera etapa, en la que el proceso sería vertical y deducido a partir de supuestos, más que de resultados.

Conforme lo anterior, el esquema que recogería el mo-deló de vinculación de la planificación regional y la planificación nacional sería el presentado en la fi-gura siguiente.

1.2- La Agricultura en el Proceso de Desarrollo Regional

1.2.1 Antecedentes Históricos:

El proceso de desarrollo regional no es simplemente un problema técnico al que la planificación aportaría las formas convenientes para su encausamiento. La ubicación de la agricultura dentro de la dimensión económica de una región determinada requiere contar con un conjunto de factores causales, entre los cuales los de naturaleza histórica ocupan una posición importante. En efecto, la organización actual de los espacios agrícolas en los países dependientes obedece a las formas de vinculación al mercado mundial transcurridas durante el siglo pasado.

El desarrollo especial de la agricultura de exportación determinó, en líneas generales, el desarrollo de la agricultura orientada al mercado interno; a este complejo agrícola correspondió una articulación de espacios económicos complementarios, tanto en magnitud como en pautas de crecimiento. Así mismo, las formas de explotación aplicadas determinaron la degradación progresiva de las condiciones ecológicas; complementariamente, además, se estableció el ámbito espacial de las respectivas problemáticas socioeconómica y político-administrativa. Los desarrollos nacional y regional de la agricultura condujeron al desarrollo espa -

cial de la red de centros poblados a la que los primeros se vieron subordinados, principalmente en cuanto se refiere a la dirección del excedente agrícola destinado a la acumulación de capital en sectores económicos no agrícolas, así como a las relaciones entre las instituciones y fuerzas sociales que detentaban tal situación.

En el contexto estructural mencionado se plantea el proceso de desarrollo regional. Es comprensible que dentro de este último se asigne al desarrollo agrícola un papel muy importante, sobre todo si se tiene en cuenta los peligros que constituyen para la estabilidad de Formaciones Sociales fundadas en aquellos procesos históricos, la prevalencia de altos niveles de pobreza rural y las tensiones sociales derivadas.

El desarrollo de la agricultura, en consecuencia, debe ser adecuadamente abordado en los marcos del desarrollo regional, la planificación correspondiente ser consistentemente formulada, tanto técnica como políticamente, y su implementación realizarse de acuerdo a la ubicación sectorial y dimensional que le corresponde.

1.2.2 Desarrollo Nacional y Desarrollo Agrícola:

El desarrollo en general supone una proyección transfor -

madora a fondo y en todas las dimensiones o estructuras que soportan el sistema económico-social. El desarrollo agrícola es, en este contexto solamente un componente. Su importancia, medida en cuanto a la contribución que la agricultura hace al desarrollo, es mas notable cuanto más acentuado es el nivel de subdesarrollo del país y más vigoroso en su esfuerzo por superarlo.

En la dimensión regional, el desarrollo agrícola al igual que los demas sectores, es susceptible de planificarse con cada vez mayores grados de precisión; midiendo como afecta las estructuras regionales de tipo Social, económico, físico, político y espacial.

La actividad agrícola se ve limitada por la cantidad y calidad de los recursos naturales, así como también por componentes socioeconómicos como la tenencia y propiedad de la tierra.

Algunos de los aspectos limitantes mencionados pueden ser manejados a través de planes regionales de desarrollo agrícola; pero a condición de que tales planes provean adecuadas vinculaciones con el nivel global de la economía. Este último aspecto evidencia la necesidad de que la planificación del desarrollo agrícola global sea la integración de los planes que, a nivel regional, se hagan para dicho

sector.

La agricultura además es la actividad económica más orgánicamente vinculada al espacio físico de la región. Esto último se debe a las características de las actividades productivas agrícolas, que remiten a la naturaleza biológica de sus procesos y al factor de producción tierra, cuya dotación rígida está asociada a la extensión físico-espacial.

Bajo supuestos de una región definida con fines de desarrollo agrícola, ésta deberá poseer características que hagan factible la implementación de planes en los que agricultura sea la actividad dominante.

1.2.3 La Agricultura como Factor de Desarrollo Regional:

Si la región ha de desarrollarse a través de la agricultura como actividad dominante, ello implica que debería generar la mayor cantidad de producto, empleo e ingreso y contribuir a generar un mayor excedente socialmente utilizado para el desarrollo, y reducir las tensiones sociales derivadas de la paralización entre grupos socialmente marginados del proceso de apropiación-producción. Por supuesto que el desarrollo agrícola es un término que se utiliza para designar un aspecto específico de un proceso glo

bal, en el que la agricultura cumple un rol dominante en relación a los resultados finales. Este proceso global lo designamos como Desarrollo Integral Rural y como queda dicho, es el esfuerzo planificado por incidir en las estructuras económicas y sociales, tanto global como sectorialmente, utilizando como instrumento la regionalización.

1.3- La Región como Base del Desarrollo Agrícola

1.3.1 Criterios de Identificación:

La definición de una región de Desarrollo puede ser distinta según sea el propósito operativo que se busque. No obstante se coincide que al menos en cuanto a tamaño, debe ser suficientemente pequeña para ser manejable y suficientemente extensa para constituir la réplica de un macrocosmos social objeto de transformación. El tamaño de la región se debe definir en términos funcionales, es decir, suficientemente pequeña para que la pueda activar un equipo representante de la autoridad encargada del Desarrollo y sus recursos; y suficientemente grande para permitir un desarrollo interal.^{4/}

^{4/} Schikele, R. "Planeación Agrícola y Desarrollo Rural".

Fondo de Cultura Económica, México, 1974.

El sitio en que se desarrolla la planeación institucional, donde se puede obtener la coordinación entre la planeación global y la planeación local; entre agricultura e Industria; empleo y población; consumo y producción; es en este sitio y sus contornos físicos donde se define la Región de desarrollo.

El detalle con el que se desea planear es una condición determinante del tamaño de la misma.

En relación a las dimensiones de la región, esta no tiene porqué ser estática. Es preferible definir las funciones de la región tal como pensamos que será al final del Plazo de Diseño del plan e incorporar programadamente el área física necesaria para optimizar los resultados de las funciones asignadas a la misma en vez de plantearlas apriori.

Algunos criterios de Identificación de Regiones pueden ser:

- a) Desde el punto de vista geográfico se puede pensar en la cuenca de un río, un cierto valle. En este caso la geografía y los recursos naturales definen las dimensiones de la región de desarrollo.

Si el desarrollo no es integral puede tener alguna validez este criterio. Así por ejemplo: El Distrito de Riego y Avenamiento "Aticcoyo" constituye una región típicamente seleccionada por su factibilidad de implementación de riego; y la subcuenca del río Tamulasco, una región de reforestación y conservación de suelos.

- b) Otras regiones se determinan en función de la característica demográfica principal; como el tamaño, tasa de crecimiento, migración, etc. Las regiones seleccionadas con este criterio, son típicos en el diseño de programas de salud; nutrición y educación.
- c) Hay criterios geofuncionales para determinar regiones como por ejemplo en la esfera de influencia de un centro urbano específico.
- d) En algunos casos se llega a definir la región adecuada como aquella que comprende centros poblados ligados a un solo centro urbano. Este vínculo puede ser directo, o por intermedio de centros de servicios. Esta condición evita la fragmentación indebida de la planeación agrícola a nivel nacional, y permite el empleo adecuado de control y administración.

1.3.2 El Conjunto de Regiones y el Plan:

El plan agrícola nacional debe componerse de planes regionales integrados. La autoridad nacional de planeación debe definir el marco de las varias regiones y determinar los objetivos generales del desarrollo en cada una de ellas.

Tras de tomar en cuenta las ventajas específicas y las características económicas, sociales, de organización y físicas, de cada región, deben asignarse prioridades a las diferentes regiones, de modo que los resultados se ajusten a las metas globales del Desarrollo Nacional.

El espacio regional está formado por el conjunto de espacios intraregionales y las relaciones que mantienen entre sí; constituyendo el sistema nacional Regional.

El espacio regional para su desarrollo debe sujetarse a un plan, el cual es el resultado de integrar los planes de las correspondientes regiones y en éste se establecen las regiones de desarrollo prioritario y el tipo de nexos que guardan entre sí a fin de que tanto el ritmo como el tipo de desarrollo de las regiones sea entre sí coherente y legitima el desarrollo equilibrado.

1.3.3 Factores Socioculturales en el Desarrollo Agrícola Regional.

La planificación agrícola regional significa mucho más que el mero reacomodo físico o estructural de la comunidad. Los elementos humanos deben desempeñar una función vital a lo largo del desarrollo agrícola.

La mayor parte de las innovaciones, especialmente las tecnológicas relativas a cultivos y actividades pecuarias, se adaptarán toda vez que este cambio sea gradual y continuo. El nivel educativo de la comunidad impide la rápida difusión del cambio y a su vez impone la necesidad de asistir a los agricultores en cuanto uso y manejo de las técnicas.

Con el desarrollo, no obstante, tienden a desaparecer ciertos elementos de la cultura, incompatibles con las características de la sociedad futura concebida por el plan.

Desaparecer las formas precarias de tenencia; las parcelas de subsistencia dan paso a parcelas técnicamente diseñadas para proveer un ingreso familiar mínimo bajo supuesto de que la comunidad opera en una economía de mercado; las formas asociativas de producción tienden a organizar unidades productivas y formas de distribución del producto

cada vez mas equitativos. El desarrollo comunal expresado en términos elevación del nivel y calidad de vivienda, educación abastecimiento y alimentos, etc., van definiendo formas de vida propias de comunidades aglomeradas, mas que de comunidades dispersas: he aquí la base de la futura urbanización en la región.

Sin considerar las estructuras sociales y políticas, y las tradiciones agrícolas que influyen en el desarrollo agrícola, los países sub-desarrollados, enfatizan demasiado en las condiciones económicas y tecnológicas previas al crecimiento, y consideran por esta razón, el desarrollo como una función de la tecnología de producción.

Esta perspectiva de por si estrecha y limitada, aunque necesaria, afecta grandes masas de la población en nuestros países; y que por ello no se le puede considerar una cuestión tan solo económica o tecnológica sin una consideración adecuada de las implicaciones sociológicas y sociológicas mas profundas.

Eventualmente un proyecto de desarrollo agrícola, tecnológicamente correctos no producen resultados notables porque no tienen consideraciones acerca de las condiciones previas no económicas y no toman en cuenta el factor humano.

No puede activarse el desarrollo regional sin considerar la base estructural de la sociedad. Es necesario examinar para el caso, el funcionamiento, la movilidad y la estratificación social en la medida que constituye incentivo o barreras a la formación de empresarios; el papel del parentesco, la propiedad en relación a la conformación de la estructura de conducción y toma de decisiones en nombre de la comunidad.

La estructura política también debe ser estudiada cuidadosamente. Las fuentes de liderazgo, cuya expresión y formalización se hacen visibles en el plano político, se basan en el poder económico y ascendiente cultural de la élite frente a la masa. ^{5/} El desarrollo agrícola planificado implica un proceso de reasignación del poder en la sociedad; también implica un replanteamiento ideológico y de los intereses de los sujetos del proceso en función de las nuevas perspectivas.

Para pensar el desarrollo regional planificado adecuadamente, ^{6/} en resumen, es necesario superar el campo restringido de los problemas y soluciones técnicas de la agricultura o aun de la reforma agraria. Además deben ampliarse -

^{5/} Hoselits, R. "El Factor Humano en el Desarrollo Agrícola Regional", F.C.E. México 1974.

^{6/} Eisenstad S. "Planeación Agrícola y Desarrollo Rural F.C.E. México 1974.

los planes e investigaciones al ámbito sicológico y cultu
ral.

Este enfoque a pesar de demandar autonomía para la re-
gión en cuanto a la ejecución y coordinación del plan de
desarrollo, supone simultáneamente que el proceso de desa-
rrollo de la agricultura regional es parte de procesos
más amplios de modernización económica, social y políti -
ca.

La modernización implica la declinación de unidades ce-
rradas, tradicionales y simultáneamente el desarrollo de
tipos de organización social especializados y diversifica-
dos, mecanismos y organizaciones de regulación y asigna-
ción de flujos y recursos más amplios tales como los rela-
cionados con el mercado en la vida económica; las activi-
dades electorales y de partido en la vida política y orga-
nizaciones y mecanismos burocráticos para ejecutar funcio-
nes institucionales.

Por encima de todo, la modernización implica el desarro-
llo de un sistema social, económico y político a nivel re-
gional capaz de generar cambios continuos y al mismo tie-
po absorberlos con eficacia.

El resultado final es la transformación de la fase de
la división mecánica de grupos paralelos por una división

del trabajo más orgánica en grupos diferenciados, mas especializados. 7/

La región, inicia bajo la acción del plan de desarrollo la dura marcha a través de la acumulación y diversifica ción económica, el proceso de transformación estructural.

El resultado final es medible no sólo en términos del nivel de vida material de la población, sino también en términos sociales políticos y culturales.

1.4- Planificación del Desarrollo Agrícola Regional:

Las acciones para el desarrollo agrícola dentro del plan regional se enmarcan en el correspondiente plan sectorial.

Existen técnicas que permiten conocer el área agrícola que el plan trata de desarrollar. Tal área constituye la dimensión territorial en que se prepara y ejecuta el plan regional de desarrollo agrícola. La estructuración del plan comprende la elaboración de estudios-diagnósticos, determinación de objetivos y metas, así como la formulación de estrategias y políticas para lograrlos.

7/ Eisenstand, S: Opus Cit.

1.4.1 Estructura del Plan:

1.4.1.1 Diagnóstico y Prognosis

La preparación del diagnóstico permite establecer las relaciones estructurales que determinan el funcionamiento de la agricultura regional, identificando las variables explicativas del comportamiento del sector agrícola en un período determinado. Analíticamente la elaboración del diagnóstico se divide en dos fases: diagnóstico general y diagnóstico de potencial para el desarrollo.

1.4.1.1.1 Diagnóstico General:

El diagnóstico general realiza el análisis integrado de la producción y distribución agrícolas, así como de las respectivas infraestructuras de apoyo; acerca numerosos campos de investigación entre los que destacan:

- a) Propiedad y tenencia de la tierra; clases de productores agrícolas;
- b) Dotación de recursos naturales
- c) Clima: temperatura, precipitación vegetación natural.
- d) Usos actual y potencial del suelo.
- e) Tecnologías aplicadas.

- f) Asistencia técnica
- g) Crédito agrícola
- h) Producción y rendimientos; costos e ingresos
- i) Tipo de empresas agrícolas, organización de los productores, cooperativas y asociaciones comunitarias
- j) Demanda de productos; consumo familiar y demanda de mercado
- l) Almacenamiento y preparación para la venta; transporte, centros de consumo, estructura de mercado y sistemas de mercadeo.
- m) Canales y márgenes de comercialización
- n) Precios de productos; tendencias, variaciones estacionales.
- o) Oferta de servicios gubernamentales de apoyo a la producción, programas existentes.

Espacialmente, el diagnóstico general muestra la distribución de superficie de uso actual del suelo; y en relación a ésta, la combinación de factores que determinan los niveles de producción agrícola y la utilización de los recursos regionales disponibles; el diagnóstico general también pone de manifiesto las condiciones en que se realiza la distribución de la producción agrícola, así como los resultados generales de ambos procesos, resultados que determinan el ritmo de crecimiento agrícola in =

terrcgional e intraregional y que fundamentan la problemática sociocultural de sistema regional.

4.1.1.2 Diagnóstico de Potencial:

El diagnóstico de potencial examina las posibilidades agrícolas que posee el sistema regional para ejecutar acciones de desarrollo, estableciendo, en general, comparaciones entre los niveles actuales de utilización de factores productivos y las disponibilidades existentes de los mismos. La distribución espacial de variables físico-climáticos y de superficie de capacidad de uso del suelo permiten establecer áreas de nuevo cultivos, áreas de mejoramiento de la agricultura ya establecida y áreas de conservación y/o protección ecológica, perfilándose de esta forma la relación entre los estudios diagnósticos y las etapas subsiguientes de la formulación del plan agrícola regional.

4.1.1.3 Prognosis

Los estudios diagnósticos constituyen un marco analítico coherente sobre los procesos que caracterizan la agricultura regional. Con esta base se podrá proyectar los valores futuros del sistema, tan

to en respuesta a las acciones contenidas en el plan, como, por el contrario, en ausencia de cambios en las tendencias prevalecientes en el momento de su formulación.

La prognósis interviene en la determinación de los objetivos del plan, auxiliando según aproximaciones sucesivas la búsqueda de equilibrio y coherencia entre los elementos del plan.

4.1.2 Objetivos y Metas:

La formulación de los objetivos y metas del plan agrícola regional configura el alcance y profundidad de la acción promotora del desarrollo.

El diagnóstico provee la base analítica para la operación mencionada; los recursos financieros del plan determinan el límite objetivo de su eficacia; la asignación de recursos supone, por otra parte, un adecuado marco institucional que aporte la eficiencia administrativa necesaria para obtener avances significativos en el proceso de desarrollo. Estas condiciones constituyen el contexto en que se formulan los objetivos y metas del plan agrícola regional, para lo que se requiere:

- a) Ubicar los objetivos del plan regional en relación a los objetivos nacionales de desarrollo agrícola, estableciendo si son contradictorios, asociados o neutros.
- b) Contar con una distribución de áreas objeto de planificación agrícola y jerarquizar su importancia relativa.
- c) Establecen prioridades interregionales.
- d) Determinar los requerimientos de servicios de apoyo a la producción agrícola;
- e) Identificar las necesidades financieras que plantea la obtención de los objetivos y metas del plan.

La formulación de los objetivos generales del plan expresa las soluciones propuestas para resolver la problemática agrícola regional. En los países subdesarrollados generalmente se refieren a crecimientos de la producción, el empleo y el ingreso y a mejorar las condiciones ecológicas, planteándose como objetivos de organización espacial e integración nacional.

Los objetivos específicos, metas del plan, establecen la dimensión de las acciones que concretan los objetivos generales, metas cuyo cumplimiento es verificable; el plan agrícola contendrá explícitamente:

- a) Areas de cultivos nuevos, anuales y/o permanentes;
- b) Areas de cultivos agroindustriales;
- c) Areas de reforestación y protección
- d) Areas de conservación de suelos;
- e) Areas de mejoramiento de cultivos;
- f) Areas de prioridades ecológicas;
- g) Areas sujetas a sistemas de riego;
- h) Monto de crédito agrícola y grupos de beneficiarios;
- i) Organización de los productores;
- j) Programas de extensión y fomento agrícola;
- k) Programas de asistencia técnica;
- l) Sistemas de comercialización y almacenamiento de productos;
- m) Infraestructura vial;
- n) Organización institucional para ejecutar las acciones del plan agrícola

1.4.1.3 Estrategias para el Desarrollo Agrícola Regional:^{8/}

La estrategia del plan agrícola regional está constituido por una combinación de alternativas de acción destinadas a orientar el desarrollo de las actividades diseñadas para alcanzar los objetivos del plan.

^{8/} Boisier, Sergio. "Métodos y Técnicas de Planificación Regional", ILPES, Chile, 1975. Pgs. 108-129.

La formulación de la estrategia del plan, en relación a los objetivos propuestos, determina la magnitud y dirección de las actividades del plan, proporcionando la base para identificar y definir políticas agrícolas, para priorizar los objetivos de organización del espacio agrícola regional, para promover el consenso y participación de los agentes involucrados en el plan, en fin, para establecer un proceso de toma de decisiones dentro de un espectro de alternativas que conducen al logro de las metas y objetivos del plan.

Relacionada con la estrategia nacional, la estrategia agrícola regional delimita las funciones específicas que la región adoptará o se asume que le corresponden en el marco interregional que compone la estrategia agrícola global, asignándole pautas de crecimiento y de organización espacial preestablecidas.

Dentro del ámbito regional la estrategia del plan agrícola debe asumir y compatibilizar opciones distintas relativas a los diferentes niveles operativos del plan así:

- i) Establecer el papel que toca jugar a los productores agrícolas y al sector público agropecuario, definiendo metas de acción y formas de participación de los mismos;

- ii) Seguir las tendencias espaciales de la producción agrícola o promover una organización espacial diferente, introduciendo "factores" de cambio como son modificaciones en la tenencia de la tierra o en el uso actual de tierra.
- iii) Cubrir el espacio agrícola regional con acciones que constituyan su "réplica" a diferentes escalas o cubriría solo en áreas específicas; en el segundo caso se necesita definir las posteriores formas de expansión de las áreas objeto del plan: "concentricamente" o localizándola en base a esquemas de desarrollo zonal;
- iv) Establecer dentro del plan regional relaciones explícitas con el esquema de desarrollo de la red de centros urbanos, buscándose que los efectos del plan se dirijan de la ciudad al campo o en dirección contraria;
- v) El énfasis de las actividades y proyectos del plan recaerá en actividades agrícolas o en sectores de apoyo a la producción; el plan agrícola en el contexto del plan regional deberá, por otra parte, establecer si serán de pequeña dimensión comparadas con los componentes de infraestructura social;

iv) Determinar la organización institucional que mejor corresponda a las opciones arriba planteadas.

1.4.1.4 Políticas para el Desarrollo Agrícola Regional ^{9/}

La política agrícola regional está constituida por el conjunto de instrumentos y acciones seleccionados para modificar el estado de la agricultura regional y alcanzar los objetivos y metas propuestas por el plan. En general, las políticas se formulan según los grupos de objetivos establecidos en el plan.

De modo semejante a como el espacio regional está compuesto por relaciones entre diferentes agriculturas regionales y por espacios intraregionales, la política agrícola regional comprende políticas interregionales, políticas globales para cada región y políticas espaciales al interior de las regiones del sistema. En casos concretos, tales políticas se combinan en diversos grados interceptándose sus campos de aplicación, siendo reforzado el logro de los objetivos desde diferentes niveles de acción.

^{9/} Opos. Cit. Pgs. 172-202.

1.4.1.4.1 Políticas de Vinculación Interregional:

Responden a la adecuación de las políticas nacionales a las características particulares de cada región, siendo principales las siguientes:

- a) Política de Regionalización Agrícola: Establece el tipo de agricultura conveniente a las diferentes regiones en base a los objetivos nacionales de regionalización agrícola;
- b) Política de Administración Regional: Determina la organización de la administración regional y la delegación de autoridad correspondiente;
- c) Política de Financiamiento para el Desarrollo Agrícola: Se propone revestir los mecanismos de transmisión del excedente económico fuera de los contornos de las diferentes regiones, creando instituciones financieras adecuadas a tal propósito o modificando el funcionamiento de las ya existentes; también busca regionalizar la ejecución presupuestaria del gasto público;
- d) Política de Desarrollo Rural Integrado: Consiste en determinar áreas de desarrollo en las que se reordena la red de centros poblados, se les provee

de infraestructura social básica y de apoyo a la pro
ducción, programándose acciones mediante el diseño
regional de política sectoriales globales; y even -
tualmente reforma agraria.

- e) Política de Información para el Desarrollo Agrícola
Regional: Proporciona los insumos necesarios para
formular el plan agrícola contribuyendo a lograr su
consistencia. El volumen y complejidad de la infor
mación requerida hace que el diseño geográfico del
sistema de información y el procesamiento computari
zado sean valiosos auxiliares para estructurar el
plan agrícola regional; y
- f) Política Demográfica: Busca adecuar las disponibi
lidades de fuerza de trabajo a la organización espa
cial de la producción agrícola regional mediante el
encauzamiento de los flujos migratorios.

1.4.1.4.2 Políticas Globales para las Regiones:

Las políticas globales para las diferentes regiones
de un país son determinadas mediante combinaciones de
las prioridades establecidas para los componentes de
las políticas interregionales, destacándose entre ellas

- a) Política de Diversificación Agrícola: Se aplica en

los que predomina una rama de producción agrícola en rápida expansión y con buenas perspectivas para su futuro desarrollo. La política se propone desarrollar nuevas actividades agrícolas y complementarlas con el sector dinámico de la agricultura regional;

b) Política de Polarización Agrícola: Es aplicada en regiones cuyos espacios agrícolas no poseen una fuerte estructuración interna estando orientados, por el contrario, a centros de desarrollo ubicados en otras regiones del país; la producción agrícola posee mediano grado de diferenciación pero, en general, presenta características tradicionales. La política de polarización se propone crear un núcleo de agricultura modernizante y reforzar los vínculos internos de sus espacios productivos;

c) Política de Sustentación y Complementación: Se aplica en regiones de escasa diferenciación productiva en donde prevalecen bajas tasas de crecimiento que puedan ser incrementadas en el futuro ya que poseen reservas de recursos productivos. La política busca asegurar disponibilidades de fuerza de trabajo en la región. fomentando la producción agrícola

y apoyándose en políticas de mejoramiento social.

1.4.1.4.3 Políticas Espaciales:

Se proponen el reordenamiento espacial de la agricultura intraregional, utilizando para ello medidas de estímulo a la producción, asistencia técnica y financiera y sistemas de control para las actividades de producción incompatibles con los objetivos del plan.

1.5 Ejecución del Plan de Desarrollo Agrícola:

1.5.1 Organización Institucional del Sub-sistema de Planificación Agrícola 8/

La ejecución del plan regional de desarrollo agrícola - requiere adecuar las instituciones públicas en sistemas administrativos de planificación, organizados en tal - forma que permitan el flujo de comunicación que exige la planificación regional en tanto proceso de toma de decisiones.

El sistema de planificación regional comprende, fundamentalmente, dos sub-sistemas: la Oficina Central y las - Oficinas Regionales de Planificación, combinadas en grados diferentes de acuerdo a las funciones que cada sub-sistema adopta en la estructuración del plan regional, - combinaciones conocidas como sistema de planificación - centralizado, semicentralizado y descentralizado.

1.5.1.1 Sistema Centralizado

El plan maximiza una función interregional y establece metas fijas para cada entorno intrarregional. El organismo central determina los objetivos nacionales ; los objetivos de las regiones del sistema; posteriormente los organismos regionales proceder a la identificación de proyec-

8/ Ibid, Pgs. 211 -235

tos específicos, determinan las inversiones correspondientes y su ubicación geográfica, así como la contribución que aportan para alcanzar metas de empleo e ingreso.

1.5.1.2 Sistemas Semidescentralizado

Las oficinas regionales proponen planes intrarregionales que maximizan funciones de producción referidas a las disponibilidades internas de factores productivos. La Oficina Central compatibiliza aquellos planes con la dotación de factores productivos existentes a nivel nacional, utilizando para ellos esquemas analíticos que tienden a reducir las deseconomías que los planes intrarregionales provocan en otras regiones del sistema e inducen el aumento de líneas de producción que, por el contrario, redundan en economía externas para el sistema regional en su conjunto. Tal compatibilización es realizada mediante aproximaciones sucesivas.

1.5.1.3 Sistema Descentralizado

Las funciones del Organismo Central se limitan a lograr consistencia entre las metas de los planes regionales y a disminuir las fricciones resultantes de la competencia por el uso de factores disponibles a nivel nacional.

En este sistema de planificación el papel principal en la estructuración del plan es realizado por las Oficinas Regionales.

La decisión sobre el método más conveniente de organización institucional del sistema de planificación regional debe tomar en cuenta la cantidad y calidad del equipo técnico disponible, las necesidades de información y procesamiento computarizado que plantea cada alternativa, el número y tamaño de las regiones que comprende el país, y principalmente, la correlación de fuerzas políticas y económicas existentes entre las diferentes regiones, correlación manifestada en el poder al que tiene acceso el sistema de planificación regional dentro del sistema nacional de planificación.

1.5.2 Instrumentos de Política ^{2/}

Los instrumentos de política del plan agrícola comprenden instrumentos de aplicación intrarregional e instrumentos de vigencia nacional adaptados a las particularidades de las regiones del sistema de planificación. Ambas clases son utilizadas para orientar el funcionamiento de la agricultura regional hacia la obtención de los objetivos del plan.

La aplicación de los instrumentos se propone establecer determinadas relaciones entre los mercados de factores productivos y/o de productos agrícolas, aumentar el acervo de tecnologías asociadas al crecimiento de la producción y productividad agrícola regionales, o provocar ubicaciones específicas de los espacios agrícolas. Esta aplicación afecta en diversos grados el funcionamiento de la economía de mercado, ya sea restringiéndola mediante intervenciones del Estado, variables desde la programación indicativa hasta la creación de empresas agrícolas estatales, o por el contrario liberando ampliamente las fuerzas del mercado.

Entre los instrumentos de política agrícola regional usados con más frecuencia se encuentran:

- a) Instrumentos monetarios
- b) Instrumentos jurídicos
- c) Gasto público
- d) Control de precios
- e) Subsidios y
- f) Impuestos

1.5.3 Control y Evaluación^{10/}

El sistema de planificación regional debe contar con instrumentos que permitan la evaluación y control de la ejecución del plan.

10/ Ibid, Páginas: 252 -253.

El desarrollo de la planificación regional implica horizontes de tiempo que sobrepasan el corto y mediano plazo; por tal razón los instrumentos de control y evaluación deben referirse, por una parte, a procesos de largo plazo, y comprender, además, instrumentos para examinar fenómenos prevaletentes en el período político de vigencia del Plan. Entre los primeros, los sistemas de contabilidad social regional permiten evaluar las modificaciones que la región experimenta, tanto en respuesta a las acciones del plan como a la dinámica general que caracteriza al sistema regional y a cada región dentro de este contexto.

Entre los instrumentos de corto plazo, el presupuesto por programa permite conocer el grado de avance de proyectos y actividades, la participación de las instituciones responsables, los insumos utilizados y los productos obtenidos. Por otro lado, un sistema de indicadores, formulado en el momento de elaboración del plan que establezca las variables de observación y el estado inicial de las mismas, permitirá diferenciar los efectos del plan de aquellos derivados de situaciones ajenas al mismo, favoreciendo el análisis objetivo de la incidencia de la planificación en el desarrollo agrícola regional.

CAPITULO II

LOS PROYECTOS DE DESARROLLO INTEGRAL RURAL EN EL SALVADOR COMO EXPERIENCIA DE PLANIFICACION REGIONAL

2.1 Antecedentes:

El Salvador cuenta con escasa y muy reciente experiencia en materia de planificación regional en general. Más escasa es aún la que respecta a planificación agrícola a este mismo nivel.

Existen estudios de regionalización como el realizado en 1971, por el Instituto Salvadoreño de Investigaciones de Café (ISIC) y la FAO, (Foods and Agriculture Organization) con fines de auxiliar a la identificación y ejecución de proyectos de diversificación agrícola,^{1/} enfatizando principalmente en aquellas restricciones de orden ecológico, que restringen las decisiones de producción agropecuaria. Este estudio pese a su generalidad, constituye un sólido aporte a las tareas de planificación agrícola a nivel regional puesto que orienta en la dirección físico-espacial la ubicación y eventual implementación de proyectos agropecuarios en atención a restricciones agrológicas.

En 1976, bajo los auspicios de la Organización de Estados Americanos, grupos de técnicos multidisciplinarios vinculados al sector agropecuario realizaron prácticas de campo orientadas al apren

1/"Plan de Zonificación para la Ejecución de Proyectos de Diversif. Agrícola" ISIC/FAO/ Nov.71.
Ing. Gustavo Denys h.

dizaje de las Técnicas de Identificación, preparación y evaluación de Proyectos de Desarrollo Agrícola Regional.

En estas prácticas se hizo uso de los registros informáticos sobre clasificación de suelo, uso agrícola actual, levantamientos catastrales, infraestructura vial, ubicación de centros poblados, etc., disponibles a nivel de kilómetro cuadrado en el Servicio de Informática de la I.G.A.N.R. ^{2/}

En esta ocasión, la región se definió en este caso, por agregación de kilómetro cuadrado, base de los registros informáticos. El resultado de estas prácticas fueron denominadas "Estudios de Desarrollo Integral Amatitlán y Los Nonualcos".

Así como los anteriores hay otros trabajos de regionalización que pueden ser mencionados como los estudios de "Zonificación Agropecuaria y Forestal", de H. González Lora, "Desarrollo Agrícola Zonal" de Maurice D. Catherine y Gustavo Denisa, éste último trabajo publicado en diciembre de 1974; y que recoge el concepto de Desarrollo agrícola, según el cual: "Se propone no solamente satisfacer las necesidades materiales más urgentes del Sector rural y del justo deseo de un provecho económico, sino también realizar las aspiraciones que crene todo ser humano de educarse, ampliar sus conocimientos, de ayudar a los demás y de participar en una

elevación social y progresiva de la comunidad en la que él mismo y su familia se encuentran".

Este estudio propone la creación de la "Oficina Nacional de Desarrollo Agrícola", como la institución impulsora de tales proyectos. Propone además, aunque sororamente los "Factores de identificación de la zonas", así como también un esbozo de "autología adecuada".

La ejecución de los planes los delega a Instituciones del Estado vinculadas al sector agrícola, bajo la coordinación de la oficina especializada.

Esquemáticamente se propone un sistema adecuado de evaluación de los progresos alcanzados.

El mecanismo de ejecución de un Proyecto de Desarrollo agrícola zonal (DAZ), tal como lo propone este estudio funcionaría mediante un esquema de jerarquías y funciones que vincularían instituciones y organismos a nivel de región con fines de planificación e implementación de las acciones al desarrollo regional a través de programas y proyectos. He aquí el esquema: (Figura Nº 4)

2.2 Proyecto de Zonificación Agrícola

2.2.1 FASE I: En 1970, con la cooperación técnica de la Organización de Estados Americanos, el Ministerio de Agricultura y de Planificación (Consejo Nacional) iniciaron la FASE I del Proyecto de Zonificación Agrícola. Se delimitaron diecinueve (19) zonas agrícolas con el propósito de ubicar áreas para ejecutar programas y proyectos de desarrollo. Estas zonas fueron identificadas mediante la utilización de métodos de cuantificación y procesamiento computarizado de variables agropecuarias y socio-económicas.

2.2.2 FASE II: En el período septiembre 73/75, las agencias mencionadas implementaron la FASE II del mismo proyecto de zonificación agrícola, esta vez a nivel de 24 municipios en la Región del Bajo Iempa, cubriendo un área de 3255 Km², la cual fué considerada como área piloto, representativa de las condiciones agrícolas y sociales prevalecientes en el país.

Mediante técnicas de fotointerpretación, análisis de censos, información meteorológica e Hidrológica, se estudiaron las variables agrológicas y climáticas, así como la economía agrícola, tenencia y población. La información así obtenida a nivel de 10 áreas de investigación o parámetros, se almacenó a nivel de kilómetro cuadrado, mediante procesamiento computarizado. El Banco de Datos así implementado permitiría

-a nivel de esta región- establecer áreas alternativas para aplicar inversiones de acuerdo a las particularidades microrregionales que fueron identificados. Esta operación es una de tantas realizables con el manejo computerizado de la información.

En el bienio 1976-1977, con la metodología reseñada se cubrió una región adicional de 3889 Km², ubicada en la zona suroriental (SE) del país. La innovación en esta etapa fue que la información socio-económica fue cubierta mediante el diseño de una muestra que permitió administrar cuestionarios a propietarios, precoristas, campesinos sin tierra, cooperativos y establecimientos agroindustriales, resumiendo datos acerca de aproximadamente 2000 unidades de producción.

2.2.3 FASE III: Proyectos de Desarrollo Rural Integrado; en 1978, el Gobierno de El Salvador, a través de los Ministerios de Agricultura y Ganadería y de Planificación y Coordinación del Desarrollo Económico y Social y La Organización de Estados Americanos, se inicia el proceso de la FASE III, del Proyecto de Zonificación Agrícola, concebido esta vez, como un Proyecto de Desarrollo Rural Integrado.

2.2.3.1 Los Objetivos del Proyecto son:

- a) Identificar áreas para formular y evaluar el desarrollo rural integrado, utilizando el sistema de

información implementado en la FASE II del Proyecto de Zonificación Agrícola.

- b) Elaborar una metodología para formular y evaluar proyectos que tiendan a una mejor aprovechamiento de los Recursos naturales humanos y financieros que permitan llevar el nivel de vida de la población residente en las regiones seleccionadas; - vie el incremento del ingreso y una mejor distribución de la riqueza.
- c) Preparar un plano para la ejecución de los proyectos que se formuler.
- d) Capacitar técnicos nacionales para que eventualmente implementen los proyectos y/o realicen otros similares.

2.2.3.2 Organización:

El Proyecto de zonificación agrícola FASE III, está incluido entre los proyectos prioritarios en el Plan Quinquenal de Desarrollo 1977/82, bajo la responsabilidad de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables del MAG.

En el nivel operativo bajo la dirección de un jefe de operaciones, ajustados a un organigrama como el siguiente:

2.2.3.3 Acciones Principales:

- a) selección del área del proyecto
- b) Diagnóstico de la región
- c) Determinación de los Componentes Técnicos del Proyecto
- d) Capacitación en Servicios Regionales

2.2.4 Situación Actual:

Al primer trimestre de 1979, este proyecto continúa su desarrollo, sin que pueda evaluarse como un vasto proyecto de desarrollo en una zona en la que por tradición y condiciones agrológicas el desarrollo ha sido lento cuando más, como es el caso de la zona norte de los departamentos de San Miguel y La Unión: y la zona Sur del departamento de Morazán.

2.3 Proyectos de Desarrollo Integral Rural impulsado por el Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria (ISTA)

En El Salvador los proyectos de desarrollo integral rural, tam bien están siendo impulsados por el ISTA.^{3/}

^{3/} Actualmente se ejecutan proyectos de este tipo en Bola de Monte, Dpto. Ahuechapán; Atiocoyo, Dpto La Libertad; San Antonio Silve, Dpto. San Miguel; y Potrerillos, Dpto. Usulután.

El criterio de identificación de la región de desarrollo es - aquella donde el Instituto posee tierra en propiedad. Este crite- rio si bien es cierto preestablece en dónde puede planificarse el desarrollo rural, sin que en principio sean aplicables criterios que permitan identificar funciones coordinadas al plan nacional - de desarrollo agrícola global, al mismo tiempo permite operar me- diante planes de ejecución centralizada y coordinadas directamen- te por la institución, mediante planes vinculados con las otras instituciones afines.

Un PRODIR ^{L/} es un proyecto de mediano plazo cuya realización incluye el cambio tecnológico, cultural, organizativo y en la pro- piedad de los factores productivos en el marco de un detallado - programa de inversiones y actividades destinadas a constituir una infraestructura básica para el incremento de la producción y la productividad.

El Proyecto de Desarrollo Integral Rural se constituyen sub- proyectos que en general incluye:

2.3.1 Proyectos Productivos:

- i) Cultivos Anuales: Estos subproyectos parten de un estu- dio detallado de la capacidad de uso de los suelos, de -

4/ Proyecto de Desarrollo Integral Rural.

las funciones de demanda de la gama de cultivos adecuados a la región de la optimización de los ingresos a través de la selección de cultivos y áreas de los insumos con niveles de tecnificación cada vez mayores.

La política de selección de cultivos propugna por la sustitución gradual de cultivos de exportación en beneficio de la de granos básicos. Por supuesto esta política de producción de granos básicos es lo suficientemente flexible como los precios de todos los productos.

ii) Cultivos Permanentes: El establecimiento de cultivos permanentes constituyen inversiones cuyo plazo de maduración y recuperación y financiamiento es necesario medir en función de los excedentes que provean los cultivos anuales. Por otra parte los cultivos permanentes generalmente producen materias primas utilizables en las agroindustrias y en su cultivo se abre la posibilidad de procesarlas para competir en el mercado con productos cuyo valor agregado a nivel regional sea mayor.

En este caso de los forestales, cocotero, café, cítricos, henequén, etc.

2.3.2 Proyectos de Apoyo a la Producción:

Estos subproyectos constituyen la más grande y de mayor

plazo de recuperación de las inversiones. Se refiere al de sarrollo físico de la región vinculados a la actividad pro- ductiva.

Entre estos Proyectos se detallan:

i) Obras de Conservación de Suelos

El recurso suelo, al ser explotado tiende a deterio- rarse por efectos de la erosión. Ello obliga a construir bordas, barreras vivas y muertas, cortinas rompeviento, gaviones, muros de contención, etc.

El capital necesario para estas inversiones general- mente es elevadísimo y el efecto sobre la función de pro- ducción es diluida a lo largo, muchos años. De aquí que la programación de tales inversiones o su amortización deberá correlacionarse con los excedentes derivados de los cultivos anuales y permanentes.

ii) Riego y Drenaje

En El Salvador, el régimen de lluvias obliga a dispo- ner sistemas de riego para asegurar el éxito de los cul- tivos. Aún en época lluviosa, frecuentemente hay que dis- poner de riego de auxilio o complementario.

La infraestructura de riego en cualquier sistema (gra- vedad o aspersión) constituye un proyecto estratégico para el desarrollo agrícola regional.

En el Proyecto de Riego de Atiocoyo, se estima que el número de cosechas se multiplica 2.5 veces por año agrícola una vez puesto en servicio de riego.

En relación a estos proyectos, la experiencia señalada que por su envergadura generalmente no son amortizables en su totalidad por los usuarios, y es necesario recurrir a créditos sumamente blandos y hasta subsidios directos por parte del estado.

El carácter estratégico del riego en toda región en desarrollo obliga a considerarlo en todo los casos.

En el drenaje de la tierra agrícola de la región puede ser o no ser necesario en cada proyecto. Generalmente drenar una zona agrícola solo es factible cuando la tierra cuya limitación es la inundación y que va a ser corregida con las obras de drenaje o control de inundaciones es de una calidad tal que, una vez resuelto el problema la capacidad de uso de los suelos sea tal que la productividad de la misma pague la inversión realizada.

iii) Vías de Acceso a las Zonas de Cultivos

Estos proyectos deberán limitarse a la construcción de vías simples cuyo derecho de vía no reste tierra cultivable y cuyo mantenimiento no sea excesivamente caro.

./.

Se limitan a conectar las zonas de cultivo con las vías de acceso principales para facilitar el transporte del producto.

2.3.3 Proyectos de Desarrollo Comunal:

i) Vivienda:

Este proyecto constituye una forma de planificar, de una parte el excedente derivado de las actividades productivas de la región; y de otra constituye una forma de racionalizar la aplicación de los recursos que la planificación nacional destine a la región a través de las instituciones encargadas de resolver el problema de la vivienda en el país.

ii) Salud, Educación, agua potable, electricidad, comunicación, seguridad, crédito, asistencia técnica, etc.

Todos estos servicios, cuya infraestructura y servicio está a cargo de instituciones y empresas se realizan mediante planes vinculados de acción de las mismas con la institución que ejecuta el proyecto.

He aquí donde la planificación regional se ajusta y coordina con la planificación nacional.

iii) Promoción, Capacitación y Organización Campesina:

Este proyecto resume una sola meta: Dar a la comunidad la forma organizativa y de control mediante la cual se garantizará la participación de la comunidad en las actividades productivas, en la propiedad y distribución de los beneficios y responsabilidades derivadas del carácter autónomo de la región.

Al organizar deben analizarse en primer lugar la forma de adjudicación de la tierra y de los bienes de capital que la Institución posee.

La tierra puede adjudicarse en forma de parcelas familiares o en forma colectiva a cooperativas o empresas comunitarias campesinas. Esta última forma de adjudicar muchas veces muestra mayor complejidad para su realización, pero al mismo tiempo permite garantizar el manejo y desarrollo de las empresas productivas y de servicios de la región. Además solo de esta forma es posible que una sola empresa sea capaz de, simultáneamente, asumir la administración de proyectos distintos a los de cultivos permanentes cuya recuperación es de largo plazo.

Por otra parte así se evita la fragmentación en parcelas que aún cuando en el momento de la adjudicación rinda el Ingreso Familiar Mínimo, con el tiempo y el crecimiento demográfico se convierta en minifundio económico. Esto

./.

sin agregar que las áreas de manejo de ciertos cultivos recomendables para aprovechar la escala frecuentemente es mayor que cualquier parcela familiar. Es el caso del algodón (cultivo anual) y los forestales.

2.3.4 Agroindustria:

Este proyecto es también estratégico para la zona en desarrollo. Es sabido que la agricultura la acumulación encuentra su límite más pronto que en la industria. Los procesos productivos bajo control como las industriales permiten una diversificación de la producción y especialización en el uso de los factores.

La región en desarrollo, además al proponerse agregar valor regionalmente a su producción no puede restringirse a la actividad estrictamente agrícola. La actividad agroindustrial al procesar fibras y alimentos derivados de la actividad agrícola de la región no solamente, como hemos dicho, produce un mayor valor agregado sino también actúa saludablemente sobre el empleo y el ingreso.

2.3.5 Proyecto de Infraestructura de Comercialización:

Uno de los principales problemas de la agricultura es la dificultad de regular la oferta, veces porque el producto es perecedero; y otras porque los agricultores tienen compromi-

sos de corto plazo que los obligan a realizar su producto en condiciones de precios deprimidos por la sobreoferta.

Frecuentemente la incapacidad de almacenar el producto y de transportarlo al mercado de consumo obliga a realizar el producto en tiempos y lugares menos indicados para obtener precios adecuados. Por todo lo anterior los proyectos de comercialización de la producción agrícola, son parte vital del Proyecto de Desarrollo Regional.

La infraestructura de comercialización incluye instalaciones físicas de almacenamiento, canales de comercialización sistema de transporte y locales para la venta del producto.

Los subproyecto mencionados deben ser identificados, - formulados y evaluados en su conjunto. Cada uno representa una inversión financiera y -en su conjunto- muestran los esfuerzos financieros y físicos a programar para dotar de una base material y organizacional a la región que permita el fin último del proyecto: El desarrollo y el cambio en la estructura de uso, tenencia y propiedad de la tierra y demás factores de la producción; aumento en la producción; y eficiencia en el uso de los factores; redistribución del ingreso; formación de empresas y empresarios aptos para incorporarse a la economía de mercado; creación de una tendencia a la acumulación y diversificación económica a través de la inversión y -finalmente- orientar el excedente económico regional y los recursos exógenos a la región hacia la materializa

ción de una infraestructura para los servicios comunales capaces de elevar las condiciones generales de vida de la comunidad. Todo lo anterior ejecutado a través de un plan de desarrollo cuya principal virtud sea agotar y superar etapas que, sin el desarrollo sometido al plan, retardarían el proceso o lo volverían irrealizable.

2.3.6 Transferencia de la Propiedad:

Hemos planteado que el criterio de identificación regional de un FRODIR es predominantemente la propiedad estatal de la tierra. También hemos planteado que en sus inicios, este criterio es limitante respecto de los otros como el de funcionalidad para identificar una región. No obstante, tal limitación es tan solo de grado. Dificulta pero no impide aplicar los criterios de identificación de una región. Es cierto que las tierras estatales no constituyen un alto porcentaje respecto del total del territorio, pero esto es solo una situación transitoria. Además el proceso de desarrollar una región es aún una experiencia nueva en el país y en este sentido el tamaño de las regiones a desarrollar debe ser pequeño si es que deseamos manejarlo bajo control y agotar todas las etapas.

Además todos los inconvenientes se suplen con un solo hecho: es posible planificar y ejecutar centralizadamente.

En este sentido, parte esencial de un PRODIR es organizar y capacitar a los campesinos para acceder a la tierra en propiedad.

Las formas legales de adjudicar la tierra van desde la parcela familiar hasta formas complejas de sociedades de capital mixto en las que el estado es coinversor junto a los campesinos. También pueden ser organizados en cooperativas y empresas comunitarias campesinas.

Aún cuando en la selección de la forma de adjudicación cabe el sesgo ideológico -político, lo dominante para formar una decisión es de carácter sociológico y técnico.

Así por ejemplo, en proyectos de gran envergadura, donde el desarrollo regional y sobre todo el "Despegue" supone inversiones en infraestructura física de largo plazo de recuperación; donde las posibilidades de acumulación dependen fatalmente de la escala y la tecnología que se produzca; cuando los planes de diversificación de actividad económica suponen industrias y el desarrollo de los servicios comunales es tal que supone surgimiento de nuevos centros poblados: urbanización y vivienda; entonces la figura de adjudicación basada en la parcela familiar es cada vez la menos adecuada. Si los cultivos permanentes constituyen una alta proporción de la actividad económica y se encuentran en su fase de establecimiento; o si la región es explosiva; o si

la actividad dominante es la ganadería; en todos estos casos la parcela familiar presenta enormes problemas como alternativa de adjudicación.

Organizar y capacitar son labores complementarias y, si el desarrollo físico y tecnológico constituye la condición necesaria para el desarrollo, estos son la razón suficiente.

Establecer las relaciones reales y formales entre los campesinos para acceder sin fricciones a la tenencia, manejo y propiedad de los factores de la producción y especialmente la tierra, constituye, quizá, el obstáculo principal a abatir en el Proceso de Desarrollo Integral.

En este punto en el que se plantea que de hablar de Desarrollo Integral Rural, al identificar regiones en desarrollo y los proyectos específicos, estamos programando, además de la solución al problema agrícola -económico, también el problema agrario de El Salvador.

Este instrumento «LOS PRODIR» son una solución al problema, a la cuestión agraria, toda vez que la escala, la eficiencia y la prontitud con que se realicen sean los adecuados.

SEGUNDA

PARTE

INTRODUCCION

La presente sección trata sobre la aplicación de instrumental cuantitativo al proceso de planificación agrícola regional.

El proceso de planificación comprende la formulación de objetivos y estrategias, y la selección de políticas e instrumentos de política estructurados para modificar el comportamiento de la realidad agrícola regional. La reproducción de la realidad objeto de planificación puede ser auxiliada con herramientas cuantitativas cuya aplicación contribuye a determinar un espacio analítico coherente.

En relación al contexto operativo de la planificación regional los modelos cuantitativos ayudan a reproducir algunas relaciones administrativas que ocurren en los sistemas organizativos de la planificación regional. El trabajo que se expondrá, sin embargo, se limita al ámbito intraregional de planificación agrícola.

El Capítulo I expone la operación elemental que realiza la asignación de recursos, preparando la comprensión del funcionamiento de los modelos tratados en subsiguientes capítulos.

El Capítulo II aplica un modelo de optimización lineal ilustrando el auxilio que aporta al diseño y estructuración del plan agrícola regional.

El Capítulo III incorpora determinaciones de mercado al modelo analizado en el capítulo anterior.

CAPITULO - I METODO DE PROGRAMACION OPTIMA DE CULTIVOS

1.1 Características Generales del Instrumento:

El instrumento cuantitativo examinado en éste capítulo se propone encontrar una combinación de áreas de cultivo que genere un ingreso neto óptimo, utilizando los factores disponibles de la región.

El método propuesto es mecánico. Los factores que considera son solamente cuatro: Fuerza de trabajo, medido en termino de jornadas-hombre; maquinaria agrícola, medido en jornadas-tractor; Agua para riego, medidas en horas-bomba; y Capital-dinero, medido en unidades monetarias. Este último factor resume el valor de todos aquellos insumos y servicios de los que no dispone la región y que son necesarios para la producción.

Los cultivos propuestos se supone son los mas adecuados conforme la capacidad de uso de los suelos y perfectamente adaptables a toda la región bajo estudio.

La utilidad (Ingreso Neto) por hectárea es constante a escala. No se considera aquí problemas de sobreproducción y su efecto en los precios.

El nivel de tecnificación es igual para todos los cultivos y también las épocas de siembra. No se considera asociados en los cultivos ni desfases en la utilización de los recursos explicados según la labor de

cultivo. Finalmente la dotación de recursos no especificados, y expresados en el capital corriente (de trabajo) no constituyen una restricción para implementar los cultivos. ^{1/}

1.2 Etapas de Procedimiento:

1.2.1 Tabulación, por hectárea, de los requerimientos de los factores y las utilidades de cada cultivo:

CUADRO Nº 1

REQUERIMIENTOS POR HA.

Cultivos	Jornadas hombre	Jornadas tractor.	Agua p/riego horas-bomba.	Capital corriente \$	Ingreso neto por hectárea \$
X	76	1.7	67	1,050	460
Y	30	1.9	40	320	108
Z	15	1.2	40	460	370
U	17	1.6	58	300	350
V	51	3.0	70	820	390

^{1/} Esta metodología ha sido desarrollada por el Centro Nacional de Productividad de la república Mexicana y utilizada por promotores del desarrollo agrícola regional en tareas de asistencia técnica a los agricultores de las diversas regiones en aquel país; así como para la formulación de proyectos de desarrollo regional de mayor alcance.

1.2.2 Cálculo de la productividad económica unitaria de cada factor considerados para cada cultivo. Bastará para ello dividir el ingreso neto (YN) por Hectáreas de cada cultivo entre la cantidad requerida de cada factor.

CUADRO N° 2

PRODUCTIVIDAD DE LOS FACTORES

CULTIVOS	JH	JT	HB	CC	TIERRA
X	6.05	270.50	6.87	0.45	460
Y	3.60	56.84	2.70	0.34	108
Z	24.67	308.33	9.25	0.80	370
U	20.58	218.75	6.03	1.16	350
V	7.65	130.00	5.57	0.47	390

1.2.3 Conforme la productividad de los factores, es posible jerarquizar los cultivos de mayor a menor en importancia

- Jornadas - Hombre:

Z U V X Y

- Jornadas - Tractor:

Z X U V Y

- Horas - bomba:

Z X U V Y

/.

- Capital Corriente:

U Z V X Y

- Tierra:

X V Z U Y

Del análisis de la productividad de los factores en cada cultivo se deduce que es conveniente eliminar aquel en el que la productividad de los factores sea mas baja. El cultivo Y es el que resulta eliminado puesto que no ofrece ninguna ventaja dentro del plan.

1.2.4 La disponibilidad que tiene la región en los factores considerados anteriormente para ser utilizados en el período de cultivos debe ser determinado. En nuestro caso es como sigue:

CUADRO Nº 3

DOTACIONES ANUALES DE LA REGION

FACTORES	CANTIDAD
Jornada - Hombre	600
Jornada - Tractor	40
Horas - Bomba	1,400
Capital Corriente	10,000
Tierra (Hac)	25

1.2.5 Cálculo de la superficie máxima que es posible cultivar de cada "línea" de producción, con cada factor por separado. Para ello se dividen las disponibilidades entre los requerimientos por Ha. (Ver Cuadro Nº 3 y 1)

CUADRO Nº 4

SUPERFICIES MAXIMAS DE CULTIVOS (HAS.)

CULTIVOS	JH	JT	HB	CC	TIERRA
X	7.89	23.3	20.90	9.71	25
Z	40.00	33.33	35.00	21.74	25
U	35.29	25.00	24.14	33.33	25
V	11.76	13.33	20.00	12.20	25

En el cuadro Nº 4 se observa que, en cada cultivo hay un factor que lo limita más que los otros, por ser el más escaso. Significa que ésta es el área máxima a cultivar, quedando por supuesto, un excedente de los otros factores más abundantes.

CUADRO Nº 5

AREAS MAXIMAS DE MANTENIMIENTO

CULTIVOS	HECTAREAS
X	7.89
Z	21.74
U	24.14
V	11.76

1.2.6 Determinación del cultivo que produce la máxima utilidad.

Sabiendo las superficies máximas que es posible cultivar según cada factor (Cuadro Nº 5) y la utilidad por Ha., es posible saber la utilidad total:

CUADRO Nº 6

RENTABILIDAD DE MONOCULTIVOS

CULTIVOS	HECTAREAS		UTILIDAD/HA.		UTILIDAD TOTAL
X	7.89	x	460	=	3629.40
Z	21.74	x	370	=	8043.80
U	24.14	x	350	=	8449.00
V	11.76	x	390	=	4586.40

El cultivo que produce la máxima utilidad como monocultivo es el U, con \$ 8,449.00. Este será en principio el cultivo principal.

Llamemos al monocultivo de U Plan "A" y a continuación examinaremos las posibilidades de sustituir algunas hectáreas de U por otro cultivo que, de acuerdo con las disponibilidades de otros factores excedentes y la utilidad adicional derivada de sustituir U por otro cultivo.

CUADRO Nº 7

	P L A N "A"					UTILIDAD
	H4S.	JH	JT	HB	CC	
Disponibilidad	25.00	600	40	1,400	10,000	-
U	24.14	410	38.5	1,400	7,242	8,449
Excedentes	0.86	190	1.4	0	2,758	-

Según el cuadro anterior, el plan de cultivo "A" agota completamente las horas-bomba, ya que según vimos este factor fué el más limitante del cultivo U.

Además casi se agotan las jornadas-tractor y la tierra. Queda un excedente apreciable de jornadas-hombre y capital corriente.

1.2.7 Investigar si algunos de los otros tres cultivos conviene introducirse en el plan de cultivos, sustituyendo parte de la superficie de U para poder disponer de horas-bomba, que es el factor agotado.

El cultivo conveniente será aquel cuya productividad en el factor agotado en el Plan "A" sea mayor. En este caso es el cultivo "Z".

La conveniencia de la sustitución de U por Z se confirma al comparar la utilidad por Ha. de ambos cultivos:

U: \$ 350.00

Z: \$ 370.00

Evidentemente conviene la sustitución pues aumenta en \$ 20.00 la utilidad por Ha. sustituida.

1.2.8 Debemos establecer cuantas veces podemos hacer esta sustitución de una Ha. de U por otra de Z. Esto depende de las que nos permiten el excedente del factor que se agote más aprisa al introducir Z en vez de U.

Analicemos primero lo que sucede con el factor agotado en el plan "A": las horas-bomba.

Si eliminamos una Ha. de U para que con las horas-bomba liberadas sembremos Z, sucede lo siguiente: Quedarán libres 58 HB que ya no se utilizarán en la Ha. de U y, como una Ha. de Z sólo requiere 40 Hb, será posible sembrar 1.45 Has. de Z por cada Ha. eliminada de U ya que:

$$\frac{58 \text{ HB} / \text{Ha. U}}{40 \text{ HB} / \text{Ha. Z}} = 1.45$$

Comparemos el comportamiento de los factores al hacer esta sustitución a nivel de una Ha. de U.

CUADRO N^o 8

COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO DE LOS
FACTORES AL SUSTITUIR 1 HA. DE "U"

	HAS.	JH	JT	HB	CC	UTILIDAD
Cultivo Eliminado "Y"	- 1.00	- 17	- 1.60	- 58	- 300	- 350
Cultivo Agregado "Z"	+ 1.45	+ 22	+ 1.74	+ 58	+ 667	+ 536.40
Diferencias	- 0.45	+ 5	- 0.14	0	+ 367	+ 186.40
Excedentes del plan "A"	+ 0.86	+190	+ 1.4	0	+2758	-

Sabemos que cada vez que sustituyamos 1 Ha. de U por 1.45 Has. de Z se requerirá la misma cantidad de horas-bomba. Ello implica que siempre que la sustitución de cultivos se haga en esta proporción (1:1.45) no tropezaremos con obstáculos de agotamiento de las horas-bomba.

Sin embargo los excedentes de los otros factores son limitados y el más escaso de ellos el que se agote mas aprisa- determinará el número de veces que será posible hacer la sustitución.

Para saberlo, calculamos las proporciones entre los excedentes del Plan "A" y las diferencias derivadas de sustituir una Ha. de U por 1.45 de Z. (conforme las cifras del Cuadro N^o 8), para cada uno de los factores.

CUADRO N^o 9

PROPORCIONES DE EXCEDENTES DEL PLAN "A" Y LAS
DIFERENCIAS RESULTANTES DE 1 HA. DE "U" POR
1.45 HA. DE "Z"

T I E R R A		JORNADAS - HOMBRE	
0.86 Has.	+ 1.91	100 JH	= 38
0.45 Has.		5 JH	
JORNADAS-TRACTOR		CAPITAL CORRIENTE	
1.4 JT	= 10	¢ 2,758.00	= 7.5
0.14 JT		¢ 367.00	

El factor tierra resultó ser el que permite la sustitución mas limitada: spña, este 1.91 veces; mientras que los otros se encuentran en una proporción mayor. Pero en este caso, igual que cuando establecimos el área máxima de cultivo de U, el factor más escaso es el que determina el área -en este caso- a sustituir.

Sabiendo que el factor de sustitución de U por Z es 1.91 ello implica que el área posible de sustituir de U es 1.91 Has. simultáneamente agregamos una superficie de Z igual a:

$$1.91 \times (+1.45 \text{ Has.}) = + 2.77 \text{ Has.}$$

Por lo tanto, las superficies de ambos cultivos serán:

o/c

CUADRO Nº 10SUPERFICIES RESULTANTES

CULTIVOS	AREA PLAN "A" (HA.)	AREA SUSTITUIDA (HA.)	NUEVA AREA (HA.)
U	24.14	- 1.91	22.23
Z	-	+ 2.77	2.77
SUMA	-	-	25.00

1.2.9 Formulación del PLAN "B" de cultivos con los datos anteriores.

CUADRO Nº 11

EXCEDENTES DE FACTORES DESPUES
DE PROGRAMAR "U" Y "Z"

PLAN "B"	HAS.	JH	JT	HB	CC	UTILIDAD
i) Disponibilidad	25.00	600	40.0	1,400	10,000.00	-
ii) U	22.23	378	35.0	1,289	6,666.00	7,777.00
iii) Z	2.77	42	3.3	111	1,278.80	1,028.60
iv) Suma(ii+iii)	25.00	420	38.3	1,400	7,944.80	8,805.60
v) Excedentes - (i-iv)	0	180	1.7	0	2,055.20	-

/.

Hemos agotado con este plan dos de los factores: la tierra y las horas-bomba. Pero quedan apreciables excedentes de jornadas-hombre y capital corriente.

Es necesario investigar la posibilidad de incorporar otro cultivo para aumentar las utilidades.

El criterio, igual que cuando modificamos el Plan "A", es el factor que sea mas rentable en el segundo factor agotado, que es la tierra.

En este caso la productividad de la tierra es mayor en el cultivo X, medida respecto a la utilidad media del PLAN "B", ya que:

$$\frac{\text{UTILIDAD PLAN "B"}}{25 \text{ Has.}} + \frac{\$ 8,805.60}{25 \text{ Has.}} = \$ 352.22$$

$$\text{UTILIDAD CULTIVO X/Ha.} = \$ 460.00$$

1.2.10 Veces que es posible hacer la sustitución de X en lugar de la combinación U-Z.

Primero es necesario saber cual factor es mas escaso atravez de comparar los requerimientos de la combinación U-Z frente al cultivo X; y después veremos cual de los excedentes de jornadas-hombre jornadas-tractor y capital corriente será el factor limitante y en que medida, para hacer la sustitución.

Los requerimientos promedio por Ha. de la combinación U-Z son:

CUADRO N° 12

FACTORES/HA. REQUERIDOS PARA LA
COMBINACION U-Z DE CULTIVOS.

FUERZA DE TRABAJO	MAQUINARIA
$JE = \frac{420}{25} = 16.8$	$JT = \frac{38.3}{25} = 1.53$
AGUA PARA RIEGO	CAPITAL CORRIENTE
$HB = \frac{1,400}{25} = 56$	$CC = \frac{39,724}{25} = 1,589$

Los requerimientos promedio unitarios de factores de la combinación de cultivos U-Z del PLAN "B", comparados con los de una Ha. de X son los siguientes:

CUADRO N° 13

COMPARACION REQUERIMIENTOS PROMEDIOS UNITARIOS
DE FACTORES ENTRE LA COMBINACION U-Z Y EL CULTIVO X

CULTIVOS	HAS	JH	JT	HB	CC
U - Z	= 1	= 16.8	= 1.53	= 56	= 1,589
X	+ 1	+ 76.0	+ 1.70	+ 67	+ 5,190
DIFERENCIA	0	+ 59.2	+ 0.17	+ 11	+ 3,551

El factor agotado, el agua, solo nos permite que se liberen 56 HB por cada Ha. de la combinación U-Z del PLAN "B"; pero hemos dicho que el cultivo X requiere 67 HB: por lo tanto por cada Ha. eliminada del Plan "B", será posible introducir $56/67 = 0.83$ Has. de X, con los siguientes requerimientos:

CUADRO Nº 14

REQUERIMIENTOS DE FACTORES PARA INTRODUCIR
0.83 HA. DEL CULTIVO "X" EN VEZ DE 1 HA. DE U-Z

CULTIVOS	HAS.	JH	JT	HB	CC
U - Z	- 1.00	- 16.8	- 1.53	- 56	- 1.589
X	+ 0.83	+ 63.0	+ 1.41	+ 56	+ 4.274
DIFEREN- CIA	+ 0.17	+ 46.2	+ 0.12	0	+ 2.685
EXCEDEN- TES	0	180.0	1.70	0	10.276

El área del PLAN "B" que podemos dedicar a cultivar X es igual al cociente menor que resulte de dividir los excedentes de factores del PLAN "B" entre las diferencias positivas de cada factor resultantes de la comparación hecha a partir de la relación de sustitución entre 1 Ha. de la combinación U-Z y 0.83 Ha. de X:

$$JH = \frac{180}{46.2} = 3.89$$

$$CC = \frac{10,276}{2,685} = 3.82$$

Hemos encontrado que el capital corriente es el que permite menos veces la sustitución: solo 3.82 veces.

Esto implica que el área a sustituir es igual a:

$$3.82 \times 0.83 = 3.17 \text{ Has. de X}$$

Las hectáreas, de la combinación del PLAN "B" se redujeron de 25 Has. a 21.18, al ser descontados las 3.17 Has. de cultivo X y 0.17 que no pueden ser cultivadas ni de U-Z ni X por agotamiento del agua para riego.

De los 21.18 Has. la proporción de cultivo U y Z que ha de destinarse será igual a la que se destinó cuando el área fué 25 Has.

La superficie de U será:

22.22		25
21.18		X
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> X = 18.82 Has. </div>		

La superficie de Z será la diferencia:

$$\begin{array}{r}
 21.18 = \\
 18.82 = \\
 \hline
 2.36 \text{ Has.} \\
 \hline
 \end{array}$$

1.2. 11 Formulación del PLAN "C" incorporando los tres cultivos:

CUADRO Nº 15

PLAN DE CULTIVOS

	HAS.	JF	JT	HB	CC	INGRESO NETO
i) Disponibilidad	25.00	600	40.0	1,400	10,000.00	
ii) Cultivo U	18.82	320	30.1	1,091	5,646.00	6,587.00
iii) Cultivo Z	2.36	35	2.8	94	1,085.60	873.20
iv) Cultivo X	3.17	241	5.4	212	3,265.00	1,458.20
v) Suma (ii+iii+iv)	24.35	596	38.3	1,397	9,996.60	8,918.40
vi) Excedentes	0.65	4	1.7	3	17	-

En el cuadro Nº 15 se observa que casi todas las posibilidades de recursos han sido utilizadas a través de una "Programación de Cultivos" que -según hemos visto- constituye la combinación óptima respecto al objetivo según el cual hemos operado: Optimizar el ingreso de la región.

CAPITULO II

MODELOS DE OPTIMITIZACION Y SU UTILIZACION EN LA PLANIFICACION AGRICOLA REGIONAL.

Los modelos de programación lineal son herramientas matemáticas que solo hasta muy recientemente están siendo utilizados en las prácticas de Planificación Agrícola Regional. Modelos similares al descrito han sido utilizados en Zambia,^{1/} México ^{2/} y Centro América ^{3/} con diferentes propósitos y ante condiciones diferentes como es natural suponer (Ver referencias anexas).

En este Capítulo se expondrá un modelo que describe aspectos generales de la producción agrícola de una determinada zona del país.

Se harán operaciones o simulaciones con el modelo que más abajo se describe a fin de integrar el análisis de dichas simulaciones a los elementos formales de un Plan Regional Agrícola. En este caso las simulaciones se pueden entender como decisiones realizadas por las autoridades del plan a efecto de contrastar los resultados con la formulación conceptual del plan.

^{1/} POMAREDA, Carlos, "Programación Lineal para el Análisis del Sector Agrícola en Zambia". (MIMEC). FAO, ROMA, 1976.

^{2/} BASSOCCO LII. Norton R., "Una Metodología Cuantitativa de la Programación Agrícola" Revista DEMOGRAFIA Y ECONOMIA, Vol. IX #3, 1975.

^{3/} VARIOS AUTORES. "El Modelo para el Sector Agrícola de Centro América" (MOCA) Versión Demostrativa.

2.1 UTILIZACION DE HERRAMIENTAS CONSTITUTIVAS EN EL PROCESO DE PLANIFICACION.

2.1.1. Justificación

El empleo de herramientas matemáticas dentro de la Planificación es útil puesto que resuelve muchos problemas de cálculo que de otra manera sería difícil realizar.

Un modelo de programación lineal al lograr reproducir en forma esquemática y reducida algunas características cuantificables del área en estudio, permite tener una visión simplificada y fácilmente manipulable además de que por sus características es relativamente fácil general resultados como efectos de decisiones realizadas sobre éste. Las decisiones o simulaciones ayudan a varios propósitos del plan puesto que le permiten aproximarse a la realidad que el modelo reproduce. De este modo el modelo puede ayudar a corregir incoherencias básicas del plan, tales como incompatibilidad de objetivos, mala estimación de metas o estimaciones inadecuadas del empleo de instrumentos.

Determinados resultados del modelo pueden ayudar a conducir los esfuerzos de las agencias e instituciones del plan, a dosificarlos y orientarlos en determinado sentido.

2.1.2 Limitaciones.

Las limitaciones del modelo pueden dividirse en dos partes:

INTRINSICAS

Serían aquellas limitaciones que son propias de la estructura formal del modelo. Básicamente atiende al hecho de que el modelo está limitado a reproducir aspectos cuantificables de la realidad y a la linealidad de las relaciones que reproducir.

EXTERNOS

La capacidad del modelo para auxiliar en el plan depende de varios factores que pueden ser modificados de acuerdo a ciertas condiciones. En principio, las características del plan que se formula limita al modelo a reproducir determinados aspectos de la realidad. El diagnóstico de la región contenido en el plan y la formulación de objetivos, políticas, instrumentos y metas que en adelante se llamará únicamente "formulación del plan" determina características específicas del modelo, ya que el plan delimita determinados aspectos de la realidad que es su objeto. El modelo a su vez reproduce estos aspectos previamente especificados de la realidad.

En el caso concreto del modelo que se presentará más adelante, deben añadirse limitaciones más específicas y más prosaicas. Una de ellas es el hecho de que no existe un plan formulado en concreto sobre una realidad analizada con mayor amplitud, de otra manera existieron limitaciones de recursos que no permitieron elaborar un modelo más detallado o ampliado. Conjuntamente con las dificultades mecánicas de su procesamiento.

Otras limitaciones más amplias aluden al hecho de que el modelo auxilie un plan estructurado en condiciones adecuadas a sus propósitos de tal manera que tanto el plan como el modelo no constituyan simples ejercicios burocráticos. Este último indicaría que las condiciones generales de la sociedad constituyen el factor decisivo de las prácticas de la planificación y de las aplicaciones fructíferas de instrumentos matemáticos en el análisis de los procesos económicos.

2.2 CARACTERISTICAS FORMALES DEL MODELO

Un modelo de programación lineal corriente de un conjunto de inecuaciones estructuradas en filas y columnas.

Las filas del modelo constituyen balances de utilización de insumos y las columnas, actividades de producción, coeficientes técnicos de producción se incorporan en las filas del modelo constituyendo una matriz de coeficientes. Las variables del modelo representan las diferentes actividades a modelar.

A la derecha del sistema de inecuaciones se constituye un sector de insumos o recursos regionales de producción.

El propósito del modelo es programar las diferentes actividades a fin de que se logre una estructura de producción que maximice el ingreso neto total de la región derivada de la programación óptima de los cultivos. Los coeficientes que acompañan a las variables en la fun-

ción objetivo del modelo son los beneficio netos por unidad de área obtenida en cada actividad.

Básicamente el modelo consiste en:

$$\begin{aligned} &\text{MAXIMIZAR} \quad f(x) = U^t \cdot X \\ &\text{Sujeto a} \quad A \cdot X \leq B \cdot X \leq 0 \end{aligned}$$

Donde:

$$X = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{pmatrix} = \text{Vector agregado de producción}$$

$$B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_n \end{pmatrix} = \text{Vector de oferta de insumos}$$

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & a_{1n} \\ a_{21} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{m1} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & a_{mn} \end{pmatrix} \quad \text{Matriz de coeficientes}$$

$$U = \begin{matrix} U_1 \\ U_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ U_n \end{matrix} = \text{Vector de utilidades}$$

El siguiente cuadro ilustra un modelo como el planteado

CUADRO No. 1

MODELO REDUCIDO DE PROGRAMACION LINEAL

FILAS	ACTIVIDAD DE PRODUCCION (X)	OFERTA INSUMO
	X_1 X_n	B
Fila 1	A Matriz de coeficientes técnicos	B_1
•		•
•		•
•		•
Fila m		B_m
Función Objetivo	U^t	

2.3 IMPLEMENTACION DEL MODELO

La implementación del modelo exige explicitar los siguientes elementos:

- a) Ubicación del área o región de estudio
- b) Actividades de producción
- c) Oferta regional de factores
- d) Coeficientes técnicos de producción
- e) Ingresos netos por unidad de área (Aa) en cada cultivo
- f) Descripción del modelo

A continuación se expresan los elementos aludidos:

2.3.1. Selección del área de Estudio

2.3.1.1. Ubicación

La ubicación de la región es un aspecto muy importante en la implementación del modelo, ya que define sus características específicas.

En un plan agrícola regional formulado en concreto, la ubicación de la región corresponde a su formulación o sea que al plan mismo le corresponde la identificación de la región objeto de su labor planificadora y de transformación.

En el presente trabajo de graduación no se ha seguido este método, puesto que supondría seleccionar la región con criterios de identificación inscritos en un plan claramente formulado, el cual no lo ha sido ya que sería

extraño a los propósitos del trabajo que se limitan a ilustrar el modelo y su aplicación en la planificación.

Básicamente el criterio que se tomó para seleccionar la región fue el de contar con un área relativamente compleja de cultivos agrícolas que reuniera características relevantes para los propósitos ilustrativos del presente trabajo.

El área seleccionada corresponde a los cuadrantes de Jucuarán y Usulután. Área que comprende aproximadamente 65.000 Ha. y comprende los municipios de California, Santa Elena, San Jorge, San Rafael Oriente, Santa María Ereguayquin, El Triunfo y Concepción Batres. Otros municipios solo están incluidos parcialmente; estos son Tecapán, Alegría, Santiago de María, Jucuapa, Chinameca, Moncagua, Quelepa, San Miguel Oaxatlán, San Dionisio, Jucuarán y Usulután (Ver Figura 1 Anexo).

El cultivo principal del área geográfica considerada es el algodón, realizado en terrenos planos de buena calidad; en terrenos circunvecinos, generalmente de menor potencialidad, se siembran granos básicos. En

áreas aledañas a la cadena volcánica se cultiva café; la zona propiamente costera está ocupada por bosque salado. El cultivo de caña no juega un papel relevante en la economía de la zona estudiada; la ganadería por otra parte posee mediana importancia. Los patrones más vigentes en el área de estudio, en cuanto a propiedad y tenencia de la tierra y aplicación de tecnología son similares a los observados a nivel nacional.

2.3.2 El área de estudio y la planificación regional .

El área de estudio no constituye una región económica, siendo solo la agregación de dos unidades cartográficas convencionales. Si bien la planificación regional se refiere, en sentido limitado a planificación de un área territorial sin alusión al tamaño de la misma, todo un país o parte del mismo, en el caso estudiado no existen suficientes razones formales para asumir que que los cuadrantes de Jucuarán y Usulután configuran una región claramente definida mediante los criterios enunciados en el Capítulo I del presente trabajo.

No obstante, existen razones prácticas que fundamentan la decisión comentada:

- a) El tamaño del área de estudio es semejante, mayor aun, que las áreas objeto de proyectos de Desarrollo Rural Integrado en el país;

- b) El área de estudio presenta el grado de diferenciación productiva que requieren los ejercicios de ilustración metodológica;
- c) Los ejercicios practicados son análogos a los problemas más generales que plantea la planificación intraregional;
- d) La comprensión de los mecanismos elementales operadas con el modelo fácilmente permite la adaptación del mismo o con textos intraregionales mayores, o aun a espacios territoriales referidos al sistema regional en su conjunto, aumentando solamente las dimensiones del modelo; y
- e) Al momento de preparar el modelo solo se tenía disponibilidad de datos para los cuadrantes de Jucuarán y Usulután.

2.3.3. Actividades de Producción

Los principales usos agrícolas de los cuadrantes de Usulután y Jucuarán fueron determinados mediante acetatos de uso actual del suelo, siendo predominantes el algodón, manglares y pastos naturales; siguen en importancia áreas de café y de asocio maíz-maicillo, y en menor medida maíz, frijol y arroz. En pequeña dimensión se identificó cultivos de plátano y naranja, manejados en huertos familiares, por lo que no se incluyeron como actividades de producción; por razones diferentes, ya expuestas, se excluyó pastos naturales y manglares. Las determinaciones de las tecnologías agrícolas aplicadas en una región determinada requiere intensa investigación de campo; en la aplicación descrita, utilizando anteriores experiencias de campo de los miembros

bros del grupo de trabajo, e información conocida sobre las tecnologías prevalecientes en el área de estudio.

Se adoptó la clasificación en niveles tecnificado, semitecnificado y no tecnificado, en los términos utilizados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. El nivel tecnificado fue asignado a los cultivos de algodón y café; para maíz, arroz y caña de azúcar, se estableció el nivel semitecnificado; y el nivel no tecnificado, para los cultivos de frijol y asocio maíz-maicillo. Las modalidades tecnológicas mencionadas adquieren mayor significado al considerar los grupos de productores que las aplican, y el tipo de empresas correspondientes.

Los productores de algodón aplican tecnología de relativo uso intensivo de maquinaria y utilizan insecticidas, fungicidas y herbicidas de diferentes clases de acuerdo a las plagas que atacan el cultivo y contratan mano de obra asalariada; comprenden grandes y medianos propietarios y arrendatarios capitalistas, obteniendo rendimientos de 20 - 30 qq. oro por hectárea.

Los precios de venta en mercados de exportación principalmente Japón, presentan oscilaciones de importancia y tendencia a la baja en el largo plazo; la comercialización del producto es manejada por la Cooperativa Algodonera, recibiendo los algodoneros asistencia técnica suficiente.

El cultivo del algodón utiliza los terrenos más fértiles del área estudiada, pero contribuye a deteriorarlos rápidamente, situación agravada por modificaciones ecológicas derivadas del uso irracional de pesticidas.

En cuanto al café, su cultivo requiere detallados conocimientos agronómicos, por lo que se considera sea de nivel tecnificado. El mayor volumen de producción cafetalera es proporcionado por medianos y grandes caficultores, que obtienen rendimientos de 175 qq. uva por hectárea; el mercado de exportación (Alemania Federal en primer lugar) controlado por grandes beneficiadores-exportadores presenta similares características, en cuanto a precios, que las indicadas en el caso del algodón.

El cultivo asociado de maíz-maicillo es realizado por minifundistas que utilizan mano de obra familiar; aplican tecnología tradicional, usan pequeñas cantidades de abono obteniendo rendimientos de 18 qq. de maíz y 20 qq. de maicillo, dedicados en parte al autoconsumo y colocando la porción restante en los mercados vecinos.

En la aplicación descrita se asignó flujos monetarios a la producción de esta agricultura de subsistencia, con el propósito de hacerla técnicamente comparable con las restantes actividades de producción; debe tenerse presente, sin embargo, que la agricultura de subsistencia realizada en microfincas o en pe-

queños arrendamientos pagados en dinero, especie o en servicios, se combina con venta estacional de fuerza de trabajo, y tales relaciones presiden la transferencia de excedentes de estos productores a la agricultura de exportación, proveyendo la reproducción de la fuerza de trabajo, base de la acumulación capitalista en el campo salvadoreño.

Por otra parte, las tierras que utilizan los productores de asocio maíz-maicillo son las de menor fertilidad.

Los agricultores dedicados a la producción de frijol solo se encuentran en condiciones semejantes a los productores de maíz-maicillo, aplican tecnología tradicional y obtienen rendimientos entre 9 y 12 quintales.

Los productores de maíz solo y arroz solo en medianas y pequeñas parcelas, respectivamente, aplican tecnología semitecnificada y contratan mano de obra asalariada; pueden utilizar variedades mejoradas o especies criollas; obteniendo rendimientos de 25 qq. en maíz más y 50 qq. de arroz en granza.

Los productores de caña utilizan niveles medios de mecanización, contratan mano de obra asalariada en explotaciones familiares grandes y medianas obteniendo rendimientos de 70 Ton. por Ha. El cultivo de caña de azúcar no es muy importante en el área estudiada.

No se consideró necesario modelar actividades por épocas de siembra ni incluir otros niveles de aplicación tecnológica real o potencial debido a la poca contribución que tienen en la economía de Jucuarán y Usulután, aunque debe mencionarse que en ensayos previos de aplicación metodológica realizada por el equipo de trabajo, tales actividades de producción se incluyeron.

2.3.4 Oferta Regional de Factores.

Los factores restrictivos de la producción a nivel de la región fueron estimados mediante criterios de aproximación cuya validez es limitada, pero en todo caso suficiente para los propósitos del presente trabajo.

El cuadro siguiente muestra la cantidad y las observaciones relativas a su obtención.

CUADRO No. 2

DOTACION REGIONAL DE FACTORES

F A C T O R	CANTIDAD	O B S E R V A C I O N E S
Fertilizantes	350.000 qq.	Solo se consideró el sulfato de amonio consumido en el año base (1971) y se asignó un porcentaje igual al de la tierra de la región cuyos cultivos demandarían del insumo, esto es el 8% del total

F A C T O R	CANTIDAD	O B S E R V A C I O N E S
		de sulfato para el 8% de la tierra cultivada que corresponde a las Clases I, II, III, VII de la región.
Insecticidas	40.000 qq.	Se consideró únicamente los insecticidas en polvo, y la oferta se estimó de igual forma que los fertilizantes.
Tracción animal	255.000 jornadas-yunta	Se estimó con base al censo del año en estudio, considerando la disponibilidad regional de arado (equivalente a 1 yunta) (1222 en todos los municipios), trabajando 209 días al año.
Tracción mecánica.	170.000 jornadas-tractor	En la región el censo reportó 998 tractores que nosotros estimamos trabajar 170 días al año.
Fuerza de trabajo asalariado	4,200.000 jornales.	Se estimarán con base a la población económicamente activa de la región, asignándole 257 días del año en 1971.
Fuerza de trabajo familiar	1,300.000 jornales	Se consideró que el 25% de la fuerza de trabajo total de la región (5,550.000 días hombre) constituye fuerza de trabajo familiar.
Tierra apta para cultivo intensivo (Clase I, II y III).	27.000 Ha.	Su extensión aproximada de cada clase de suelo planimetrados en la D.G.R.N.R.

F A C T O R	CANTIDAD	O B S E R V A C I O N E S
Tierra para cultivos anuales con limitaciones (Clase IV, V)	7.000 Ha.	Su extensión aproximada de cada clase de suelo planimetrados en la D.G.R.N.R.
Tierras aptas para cultivos permanentes utilizados para asocio maíz-maicillo. (VI - VII).	10.000 Ha.	Idem.
Cultivo de Café	6.000 Ha.	Idem.

Como se puede observar en el cuadro anterior, los factores considerados como determinantes para la producción regional se estimaron con métodos e información indirecta, por lo que, como queda dicho, su confiabilidad es limitada. No obstante, se consideró que es la aproximación más valedera dadas las condiciones en que se realizó la investigación y los propósitos de la misma.

2.3.5 Coeficientes Técnicos de Producción.

Representan las cantidades de factor por hectárea necesarios para cada cultivo modelado, medidos en unidades físicas. Estos factores son los mismos explicados en el apartado anterior y conforman la matriz siguiente:

CUADRO No. 3
COEFICIENTES TECNICOS DE PRODUCCION

FACTOR	CULTIVOS			MODELADOS			
	MAIZ	FRIJOL	ARROZ	ASOCIO MAIZ- MAICILLO	ALGODON	CAÑA	CAFE
Fórmula (qq.)	5.0	3.5	5.4	4.0	7.0	4.4	3.0
Insecticidas (qq.)	0.4	-	0.84	-	1.0	-	0.8
Tracción animal (D-Yunta)	14.2	-	11.4	20.0	-	-	-
Tracción Mecánica (D-máquina)	-	-	-	-	6.1	2.4	-
F. de trabajo asalariado	83.0	-	84.0	-	96.0	107.0	190.0
F. de trabajo familiar	-	62.0	-	115.0	-	-	-
Tierra Clase I, II, III	-	-	-	-	1.0	1.0	-
Tierra Clase IV, V	1.0	1.0	1.0	-	-	-	-
Tierra Clase VI, VII	-	-	-	1.0	-	-	-
Tierra Clase VII (café)	-	-	-	-	-	-	1.0

En el cuadro anterior están implícitos las modalidades tecnológicas aplicadas a cada cultivo; según se deduce de el uso o no de ciertos insumos, clase de fuerza de trabajo o tipo de tracción. También esta circunstancia se refleja en la clase de tierra destinada a cada cultivo.

En esta matriz también se puede observar las cantidades que de cada factor se destinan a cada cultivo.

Debido a que no se han incluido modalidades tecnológicas distintas para un mismo cultivo, no es posible observar como cada uno de éstos corresponden a diferentes cantidades de factores y eventualmente a diferentes calidades de tierra.

Los coeficientes anteriores fueron obtenidos a partir de investigaciones agronómicas y estadísticas publicadas por el MAG y la Facultad de Ciencias Agronómicas.

La modelación podría hacerse, no solo considerando diferentes niveles tecnológicos, sino también diversas épocas de siembra; pero ello solo complicaría el modelo sin arrojar mayor veracidad sobre las características derivadas de las respuestas obtenidas al resolverlo. Por esta razón no han sido consideradas.

2.3,6 La Función Objetivo.

Los coeficientes de esta función representan los ingresos de cada cultivo. Estos ingresos netos fueron estimados a partir de la estructura de costos por hectárea, los rendimientos físicos obtenidos según el nivel de tecnificación asignado y los precios del producto en el año base observadas en la región.

Así se obtuvo que los ingresos netos por hectárea fueron:

MAIZ	¢	300.00
FRIJOL		150.00
ARROZ		600.00
ASOCIO		250.00
ALGODON		800.00
CAÑA		700.00
CAFE		3.000.00

El modelo en su conjunto con sus datos numéricos queda expresado en el siguiente cuadro:

CUADRO No.4: MODELO DE LA AGRICULTURA REGIONAL

	HATZ	FRÍJOL	ARPOZ	ASOCIO	ALGODON	CAÑA	CAFE	OFERTA DE FACTORIO
Fertilizantes	5 x_1	+ 3.5 x_2	+ 5. 4 x_3	+ 4 x_4	+ 7 x_5	+ 14 x_6	+ 30 x_7	≤ 280.00
Insecticidas	0. 4 x_1	+ 0	+ 0. 84 x_3	+ 0	+ x_5	+ 0	+ 0.8 x_7	≤ 40.00
Tracción Animal	14. 2 x_1	+ 0	+ 11. 4 x_3	+ 20 x_4	+ 0	+ 0 x_6	+ 0	≤ 255.00
Tracción Mecánica	0	+ 0	+ 0.	+ 0	+ 6.1 x_5	+ 2.4 x_6	+ 0	≤ 170.00
VDO Asesariado	83 x_1	+ 0	+ 84 x_3	+ 0	+ 96 x_5	+ 107 x_6	+ 190 x_7	≤ 4.200.00
VDO Familiares	0	+ 62 x_2	+ 0	+ 115 x_4	+ 0	+ 0	+ 0	≤ 1.300.00
Tierra Clase I, II, III	x_1	+ 0	+ 0	+ x_4	+ x_5	+ x_6	+ 0	≤ 27.00
Tierra Clase IV, V, VI	x_1	+ x_2	+ x_3	+ x_4	+ 0	+ 0	+ 0	≤ 7,00
Tierra Clase VII	0	+ 0	+ 0	+ x_4	+ 0	+ 0	+ 0	≤ 10.00
Tierra clase VI y VII a mas de 600 m.s.n.m.	0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0	+ 0 x_7	≤ 6.00
F (MAX)	300 x_1	+ 150 x_2	+600 x_3	+ 250 x_4	+ 800 x_5	+ 700 x_6	+3.000 x_7	=

2.3.7 Descripción del Modelo.

El modelo que más adelante será resuelto y operado, describe la estructura productiva de siete actividades agrícolas de producción relevantes de la región en estudio.

Se entenderá en este contexto que estructura productiva son las unidades de insumos que cada actividad de producción utiliza en el proceso correspondiente de producción.

Así por ejemplo, el número 5 que acompaña a la variable X_1 es situada en la fila 1, columna 1 del modelo descrito anteriormente, significa que la producción de maíz utiliza 5 unidades (quintales) de fertilizantes. De la misma manera puede leerse para cada una de las demás actividades de producción la utilización que de cada insumo hacen por hectárea.

Los coeficientes de las demás filas expresan el empleo que de los demás insumos hacen las diferentes actividades.

A la derecha del sistema de inecuaciones se describen las ofertas regionales de cada recurso.

Abajo del sistema se encuentra la función objetivo que describe para cada actividad, el beneficio neto por hectárea. Así por ejemplo, el número 300 que acompaña a la variable X_1 que representa la actividad de producción maíz, significa que por cada hectárea de tierra dedicada a esta actividad, se obtienen 300 colones de beneficio neto.

La solución básica del modelo, así como los resultados de simulaciones que se realizarán más adelante, tomarán en cuenta en la programación de cultivos, tanto la estructura de la producción como los beneficios netos de cada actividad.

2.4 SOLUCION BASE DEL MODELO

La solución básica del modelo* indica el hectaraje a producir de aquellos cultivos que proporcionan el máximo de ingresos.

ALGODON	27.000	Ha.
ASOCIO	9.574	Ha.
CAFE	6.000	Ha.
ARROZ	5.571	Ha.
FRIJOL	1.319	Ha.

Valor de la función objetivo = \$45.534.208.00

La solución así expuesta determina un sobrante de factores de la manera expuesta

Insecticida	=	3.520 qq.
Tracción mecánica	=	6.110 jornales máquina
Fuerza de trabajo familiar	=	117.168 días hombre
Tierra IV y V	=	109 Ha.
Tierra VI	=	426 Ha.

* El modelo se resuelve mediante el algoritmo de programación SIMPLEX. El programa de computación aparece en el Anexo No. 1

Puede notarse que el cultivo de caña de azúcar y maíz no aparecen en la solución. El empleo que se genera es de 5.382,751 absorbiendo el total de mano de obra asalariada y casi el 90% de la fuerza de trabajo familiar.

La tierra dedicada al cultivo de algodón y café es completamente utilizada por estos cultivos. Básicamente la razón de su incorporación obedece a sus elevados beneficios por Ha. El café tiene la ventaja de que no compite con ningún cultivo en cuanto al factor tierra, puesto que tiene para sí solo las tierras VI y VII a más de 600 metros sobre el nivel del mar.

El algodón a pesar de tener competencia de otras actividades, en la obtención de tierra, los supera ampliamente en beneficio por Ha. Además, hace una utilización de fertilizantes y mano de obra asalariada (Factores escasos) similar a la de los cultivos con que compite por tierra. Todos estos factores hacen que el algodón participe integralmente y sin competencia en la solución.

El asocio a pesar de disponer de 10.000 Ha., únicamente incorpora 9.574 lo cual indica que se encuentra limitado por otro factor distinto de la tierra. Dado que la mano de obra familiar sobra en la solución, puede excluirse como factor limitante. Del análisis de los factores que involucra esta actividad, puede concluirse que los factores que lo limitan pueden ser.- Ya sea los fertilizantes o la tracción animal; o ambos conjuntamente. El análisis más detallado indica-

rfa que es el fertilizante el factor limitante, ya que este fue asignado con prioridad a cultivos más rentables como son el arroz, el algodón y el café. La tracción animal lo limita en segundo lugar puesto que tiene que compartirlo con el arroz el cual es más rentable que el asocio.

El arroz y frijol consumen 6,890 Ha. de las 7.000 disponibles, dejando un sobrante de 109 Ha. El análisis de los insumos del frijol indica que no está limitado ni por la tierra ni por la mano de obra familiar puesto que ambos recursos son excedentes en la solución. El fertilizante vuelve a aparecer como el factor limitante.

En el caso del arroz, puede decirse que no lo limitó ni la tierra ni los insecticidas, ni la tracción animal puesto que tomó toda la que necesitaba dejando el resto al asocio. Por lo tanto, puede haber sido limitado por el fertilizante o por la mano de obra asalariada puesto que ambos factores se ajustan en la solución.

Debe notarse que la integración en la solución de una hectárea más de cada cultivo atiende a dos factores 1o. su beneficio neto unitario (Ha.) y 2o. el beneficio total. En determinado punto el beneficio total puede ser más importante, aquí se hace muy importante la estructura productiva de cada actividad.

Debe tomarse en cuenta al respecto, que el modelo tiene que racionalizar la asignación de los recursos por lo que una actividad que los emplee en pequeñas cantidades y al mismo tiempo rinde pequeños beneficios

por Ha., puede competir con relativo éxito con actividades que presenten las condiciones contrarias.

Obsérvese que cultivos como el maíz no integra la solución a pesar de tener una rentabilidad mayor que el frijol y el asocio. El asocio tiene garantizada su incorporación en parte por el hecho de que tiene en exclusividad toda la tierra clase VI.

El frijol porque utiliza un factor sobrante como es la mano de obra familiar y porque emplea tierra que le sobra al arroz. Teniendo estos factores garantizados, lo único que le puede limitar es el fertilizante el cual tomo sin embargo de los sobrantes dejados por otros cultivos. En cambio el maíz no puede integrar la solución puesto que tiene en principio que competir con el algodón en la obtención de tierra.

Todo lo anterior significa, como ya ha sido planteado, que la incorporación de cultivos a la solución depende de sus características específicas o sea del tipo de insumos que utilizan y de los beneficios que reportan.

AUXILIO PARA DIAGNOSTICO Y FORMULACION DEL PLAN

La solución básica y su análisis indica aspectos interesantes para el planificador puesto que en principio sugiere ajustes que deberán hacerse en las metas de producción, disponibilidad de insumos, requerimientos de asistencia técnica para incrementar la rentabilidad de algunos cultivos, variaciones de precios para hacerlos más competitivos, esta-

blecimiento de mecanismos que permitan mayor movilidad de la fuerza de trabajo asalariado proveniente de otras regiones, empleo de técnicas más avanzadas que permitan el empleo de maquinaria o limitaciones en el uso de insecticidas.

En cuanto que el plan pone en manos de los planificadores instrumentos que puedan ser utilizados, estos implican decisiones en cuanto a su uso. El planificador debe decidir que aspectos de esa realidad deben ser modificados, con que instrumentos y en que medida evaluar los costos de esa decisión y distribuirlos entre las diferentes agencias e instituciones involucradas en el plan. Las decisiones pueden conducir a incompatibilidades de objetivos o a no lograr determinadas metas por lo que éstos se aproximan poco a poco hasta lograr una coherencia aceptable del plan. Un modelo matemático en la medida que reproduce aspectos de una realidad previamente delimitada por el plan y que involucra aspectos en él formulados, puede ser útil para auxiliar en su coherencia y garantizar con un margen aceptable su efectividad.

La utilidad del modelo y el vínculo que establece con el plan y la región que es el objeto de transformación de éste, solo puede quedar explícito a condición de que se hagan trabajos exhaustivos de formulación e investigación. Los esfuerzos de computación y programación del modelo son también necesarios para estos propósitos.

En el trabajo presente por limitaciones de tiempo y recursos, tanto la utilidad del modelo como su vínculo con el plan solo quedan sugeridos;

sin embargo, se constituye en una metodología que traza rasgos fundamentales de la aplicación de instrumentos matemáticos en la planificación de regiones agrícolas.

2.6 APLICACION DEL MODELO. SIMULACIONES.

El modelo se vuelve más fructífero cuando es utilizado para mostrar resultados de determinadas decisiones o simulaciones como se llamarán en adelante. Estos resultados permiten lograr aproximaciones a los requerimientos del plan, determinados costos de su aplicación, etc.

En adelante se realizaron algunas simulaciones señalando sus propósitos. La ausencia de un plan concreto no permitirá enmarcar las decisiones dentro de una formulación coherente y explícita. Sin embargo, se expresarán algunas proposiciones que un plan podría formularse sobre la región que el modelo ha tratado de reproducir.

2.6.1. Simulación Uno.

Las características de la región en estudio y los resultados indicados en la solución básica del modelo indican una oferta abundante de mano de obra, sobre todo familiar. Los problemas socioeconómicos que conlleva la desocupación son indeseables y debe ser objeto de acciones que la reduzcan. La ocupación de mano de obra familiar vinculada estrechamente a cultivos de subsistencia como son los granos básicos exige su producción en más amplia escala que lo que las determinaciones del modelo indican, por lo tanto hay que establecer distintos instrumentos que permitan la incorporación de mayores áreas de tierras dedicadas al cultivo de grano básicos.

De la manera como está estructurado el modelo la incorporación de áreas dedicadas al cultivo de granos puede hacerse incrementando los beneficios obtenidos de esta actividad, sin embargo, la presencia del algodón con sus altos rendimientos monetarios hace difícil su incorporación puesto que significaría elevar los rendimientos del maíz a una escala incosteable para los recursos con que se pueden contar.

El algodón a pesar de los recursos en divisas que representa su producción tiene la desventaja de competir con éxito con cultivos absolutamente necesarios para la alimentación de la población de la zona, ésta al no poder producir sus propios alimentos debe necesariamente importarlos de otras zonas .teniendo que pagar los costos de transporte y aumentando por lo tanto el precio pagado por los consumidores.

El elevado hectaraje empleado por el algodón implica también un uso peligroso de insecticidas, los cuales atentan contra el equilibrio ecológico de la zona y sobre la salud de los pobladores. La no inclusión de cultivos como el frijol y asocio determina además que disminuye el empleo de mano de obra familiar. Este aun en el caso que estuviere modelada su transferencia a actividades donde recibieran un salario significaría deprimirlos al entrar en competencia en el mercado de trabajo.

El diagnóstico de la situación exigiría plantearse determinados objetivos tales como:

- 1o. Fomentar la producción de granos básicos
- 2o. Incrementar los niveles de empleo
- 3o. Reducir el área sembrada de algodón

Dado el elevado costo del instrumento de precios para inducir al cultivo de granos se plantea la necesidad de utilizar mecanismos legales tales como la obligación de dedicar una parte de las tierras algodonerías, al cultivo de granos. De otra manera puede emplearse el expediente más directo de pasar estas tierras en propiedad para ser dedicadas al cultivo de los granos.

La simulación por lo tanto, es la siguiente:

Se supondrá cambios en el ingreso neto por hectárea del frijol y en la oferta de tierras para granos básicos.

Se considera la posibilidad de que por cambios en la tenencia de la tierra y por su distribución en pequeñas parcelas, éstas deberán ser dedicadas necesariamente al cultivo de granos básicos.

Este cambio se expresa como una reducción en la dotación de lo que en el modelo se ha denominado como Clases II y III y un aumento de la misma magnitud de las tierras IV y VI 7.000 Ha. de tierras II y III pasan a la dotación de tierras IV y VI. Claro está que esto no significa que las tierras se degraden instantáneamente pasando de una clase agrológica a otra sino que es un artificio para facilitar su empleo en la producción de granos.

El ingreso neto de frijol pasa de ¢150 a ¢300 por Ha.

Los resultados de esta simulación son los siguientes:

- i) Función objetivo (ingreso neto regional) $\$$ 43,524.976
- ii) El ingreso neto regional se reduce en 4.6%
- iii) El empleo se reduce en un 10.8%
- iv) Area de cultivo programada (Ha.)

Frijol	=	429
Arroz	=	13,571
Asocio	=	5.01 ²
Algodón	=	20.000
Café	=	6.000

Factores sobrantes:

Fertilizantes	=	17.157 qq.
Insecticidas	=	3.800 "
Tracción mecánica	=	48.600 días/tractor
Fuerza de trabajo familiar	=	696.784 días/hombre
Tierra Clase VI	=	4.886 Ha.

El resultado de la simulación indica que perseguir los objetivos de reducir el área sembrada de algodón y aumentar el empleo son incompatibles puesto que este aumenta cuando se reduce el área dedicada al algodón.

Las intenciones de reducir el empleo de insecticidas tampoco se logra puesto que el incremento generado en el cultivo de arroz, el cual consume más insecticidas por hectárea que el algodón, compensa la reducción de su uso en la fibra mencionada.

El área total de granos aumenta de 16,564 a 19,014 Ha. indicando un progreso en cuanto al objetivo de fomentar la producción de granos. Sin embargo, dado que este producto no consume mano de obra familiar y que además desplaza al frijol e induce en el asocio tiende por lo tanto a reducir la ocupación de mano de obra familiar que se ocupa únicamente en estos dos cultivos.

La incorporación del frijol podría aumentarse si completiera más favorablemente con el arroz, esto significa que debería tener una rentabilidad mayor o igual que aquel grano.

A continuación se compararán ambas soluciones con más detenimiento

CUADRO No. 5
COMPARACION DE RESULTADOS

SOLUCION BASICA DEL MODELO		SOLUCION UNO	
Cultivos:		Cultivos:	
Algodón	= 27.000 Ha.	Frijol	= 429 Ha.
Asocio	= 99.574 Ha.	Arroz	= 13.571 Ha.
Café	= 6.000 Ha.	Asocio	= 5.014 Ha.
Arroz	= 5.571 Ha.	Algodón	= 20.000 Ha.
Frijol	= 1.319 Ha.	Café	= 6.000 Ha.
RECURSOS SOBRANTES		FACTORES SOBRANTES	
Insecticida	3.520 qq.	Fertilizantes	17.157 qq.
Tracción mecánica	6.110 J/M	Insecticidas	3.800 qq.
Fuerza de T. familiar	117.168 ds/H	Tracción mecánica	8.600 d/tr.
Tierra IV y V	109 Ha.	Fuerza de T. familiar	696.784 d/t.
Tierra VI	426 Ha.	Tierra Clase VI	4.986 Ha.
FUNCION OBJETIVO: ¢ 45.534.208		FUNCION OBJETIVO: ¢ 43.524.976	

Como fue mencionado anteriormente la simulación uno consiste en pasar 7.000 Ha. de tierras clases I, II y III, al cultivo de grano básico y aumentar de $\text{Q}150$ a $\text{Q}300$ el ingreso neto del frijol.

El algodón sigue tomando toda la tierra desplazando completamente la caña, el asocio y el maíz. Esto se debe indudablemente a los más altos rendimientos de la fibra.

El café por sus altos rendimientos y por tener en exclusividad las tierras tiene asegurada su inclusión.

Los cambios más significativos ocurren en la distribución de tierras entre los distintos granos básicos. En la solución básica. De 16.464 Ha. dedicados a los granos. El asocio, el arroz y el frijol tomaban respectivamente el 58%, el 33% y el 9%. En la simulación en cambio, de 19.014 Ha. dedicados al cultivo, los mismos granos en su orden toman distintos porcentajes a saber: 26%, 71% y 3%. Es decir que el arroz aumenta su participación reduciendo los otros granos.

El asocio a pesar de tener en exclusividad todas las tierras clases VI a menos de 600 M sobre el nivel del mar no pudo mantener su posición, esto significa que fue limitado seriamente por otros factores y rentabilidad frente al arroz.

El arroz en la anterior solución tomaba el 80% de las tierras disponibles, compartiendo parte del resto con el frijol.

En la simulación toma el 97% de los 14.000 Ha. disponibles dejando el sobrante para el frijol. Esto puede explicarse por el hecho de que al tener el algodón 37.800 qq. de fertilizante 5.880 qq. de insecticida y 588.000 jornales de mano de obra asalariada, además de expandirse sin limitaciones de tierra, fertilizante, ni insecticidas ya que estos dos últimos recursos sobran en la solución, indicando por consiguiente que el recurso que lo limita es la mano de obra asalariada.

De esta manera se expande hasta el punto en que ya no la encuentra, dejando el resto de tierra para el cultivo del frijol.

El asocio se limita por tanto por la tracción animal puesto que tiene que competir con ella con el arroz, el cual al expandir el área sembrada toma mayores cantidades de recursos, dejando únicamente los sobrantes al asociado. El análisis indica que en la anterior solución el arroz tomaba solo el 25% de la tracción animal dejando para el asocio suficiente recurso para que este cultivo se expandiera hasta encontrar otro limitante.

En cambio, en la simulación, el arroz toma el 60% del mismo recurso dejando solo el 40% restante para el otro cultivo.

Puede verse como la rentabilidad es más decisiva en la simulación para explicar la reducción del cultivo de granos asociados.

Las simulaciones pueden ayudar a los propósitos de la planificación puesto que muestran la posibilidad de afectar con otros instrumentos las producciones que se desean incorporar.

El modelo así como está estructurado indica que para lograr incorporar frijol por ejemplo, se exige hacerlo más competitivo con los otros cultivos con los cuales compiten por recursos. Para ello pueden utilizarse diversos instrumentos que el plan contenga tales como precios de garantía, asistencia técnica, venta subsidiada de fertilizantes o créditos a bajas tasas de interés. Todos estos elementos significan subsidios y por lo tanto costos en que tienen que incurrir las distintas agencias involucradas en el plan. Así por ejemplo el I.R.A. subsidiando el frijol de la región con precios de garantía, garantizando además la compra de toda la producción.

El CENTA, incorporando esfuerzos de asistencia técnica que incorporen el empleo de tecnologías más adecuadas a los propósitos de los planificadores.

El Banco de Fomento Agropecuario concediendo créditos con mínimas restricciones y bajas tasas de interés.

Es indudable que para garantizar los objetivos de incorporar en mayor escala el producto aludido, se necesita que las agencias estén coordinadas en sus esfuerzos y que garanticen su apoyo a los propósitos del plan. Se exige por tanto que en éste se pro-

ponga una organización de las diferentes instituciones para servir al plan regional.

Los costos que significan los diversos tipos de subsidios directos a la producción y otro tipo de infraestructura física y comercial tales como carreteras, servicios de comercialización, etc. deben ser calculados a fin de tener una estimación del costo de las decisiones. Es decir que en este caso debe estimarse el costo de simular la incorporación de frijol.

En el caso de la simulación uno, la decisión de incorporar 7.000 Ha. de tierra al cultivo de granos básicos y el aumento del ingreso del frijol tiene un costo monetario consistente en la reducción del ingreso total de la región que se ve reducido en más de dos millones de colones. Este costo monetario de la decisión significa el costo de incorporación de más áreas para cultivo de granos básicos, concretamente de arroz. Las diversas agencias deben erogar fondos para subsidiar las producciones indicadas debiendo distribuirse estos costos.

Existe también el costo social que significa la desocupación de la fuerza de trabajo familiar que se ve incrementado en una gran proporción por el hecho de que se reducen los cultivos que la ocupan. El plan por lo tanto deberá irse aproximando mediante sucesivas pruebas hasta lograr compatibilizar sus objetivos, lograr sus metas propuestas y utilizar al máximo los instrumentos de que dispone.

La aproximación a un plan más coherente si bien es auxiliado por el modelo no es suficiente para lograrlo puesto que éste sólo reproduce aspectos parciales de la realidad de la región. Criterios racionales o el empleo de otros instrumentos pueden también ser útiles para lograr la formulación adecuada de los detalles del plan.

2.6.2 Simulación Dos

Se considerará los mismos cambios de área que se formularon en la primera simulación o sea la transferencia de 7.000 Ha. de tierra II y III para ser utilizados en el cultivo de granos. Además se operarán los siguientes cambios en los ingresos netos por Ha.

FRIJOL	=	de ₡150.00 a ₡ 400.00
ALGODON	=	de ₡300.00 a ₡ 815.00
CANA	=	de ₡700.00 a ₡ 820.00

Además se modifica la oferta de fertilizantes, reduciéndose de 280.000 qq. a 250.000 qq. Los resultados se presentan a la derecha del cuadro siguiente para ver la diferencia con la solución básica y la Primera Simulación.

CUADRO No. 6 - COMPARACION DE RESULTADOS DE LAS SOLUCIONES BASICAS Y LAS SIMULACIONES UNO Y DOS

	SOLUCION BASICA	SOLUCION 1	SOLUCION 2
<u>AREAS PROGRAMADAS DE CULTIVO</u>			
Algodón	27 000	20 000	18 885
Asocio	9 574	5 014	5 097
Café	6 000	6 000	6 000
Aroz	5 571	13 571	13 425
Frijol	1 319	429	575
Caña	-	-	1 115
<u>FACTORES SUBRANTES</u>			
Fertilizantes	-	17 157	-
Insecticidas (qq)	3 520	-	5 037
Tracción mecánica (días/tractor)	6 110	48 600	52 635
Fuerza de trabajo familiar (días/hombre)	117 168	696 784	678 165
Tierras IV y V	109	-	-
Tierras VI	426	4 986	4 903
Función Objetivo	Q45 534 208	Q43 524 976	Q43 865 008

La Simulación Número Dos genera resultados mejores que la primera aproximación de la manera siguiente:

Primero: logra inducir una reducción en el área sembrada de algodón.

Segundo: incorpora más tierras al cultivo de asocio y frijol aunque reduce un poco las tierras dedicadas al arroz. En términos globales sin embargo aumenta tierras dedicadas a los granos.

Tercero: reduce el empleo de insecticidas al disminuir los cultivos de arroz y algodón.

Cuarto: disminuye además la desocupación de mano de obra familiar.

Quinto: Aumenta el ingreso neto de la región en \$340.032 en relación a la primera simulación.

Puede observarse que esta segunda simulación genera resultados que son más compatibles con los objetivos propuestos y por tanto manifiesta un acercamiento más a la región y la formación de un plan agrícola.

Análisis de los Resultados

El hecho de que se induzcan reducciones en el cultivo de algodón se debe a que en cuanto a rentabilidad quedó por debajo de la caña. Sin embargo, siempre conserva un papel prominente en la zona. El análisis tratará de explicar porque la caña no absorbe la mayoría de la tierra, a pesar de generar un ingreso mayor que el algodón.

En primer lugar la caña tiene un alto coeficiente de empleo de fertilizantes (44 qq/hr.). Dado que el café que es el cultivo que ostenta mayor ingreso neto por Ha. utiliza también este insumo en grandes cantidades (30 qq./ha.). La caña tiene que limitarse a lo que el café le deja de este insumo. Sin embargo, el costo de oportunidad que representa incorporar una hectárea de caña es muy elevado puesto que por cada 44 qq. de fertilizantes que se necesitan para lograr su incorporación, se deja de incorporar 6.2 Ha. de algodón, el cual presenta una rentabilidad por Ha. solo ligeramente inferior a la caña de azúcar. De lo anterior puede deducirse que la estructura de producción de la caña lo limita más que el algodón, a pesar de ostentar un ingreso neto por Ha. mayor.

El algodón por emplear poco fertilizante en relación a la caña no se ve muy afectado por la reducción de la oferta regional de este insumo, pudiendo por lo tanto, aparecer siempre ocupado la mayoría de tierras que encuentra disponibles.

El análisis anterior sugiere un instrumento nuevo que los planificadores podrían utilizar para inducir la erradicación del algodón de la zona. Es decir, podría ya sea inducirlo a una mayor utilización de fertilizantes o procurar que el cultivo de la caña disminuya el uso de este insumo a fin de disminuir el costo de oportunidad de su incorporación.

El hallazgo de que el modelo sugiera incluso instrumentos para el logro de ciertos objetivos y metas, puede ampliarse por la vía de un análisis más concienzudo de sus resultados o perforaciones el instrumento matemático. De nuevo queda clara su utilidad e insinuadas sus posibilidades.

En seguida se exponen cinco simulaciones adicionales analizadas con menos detalle que las dos precedentes, ya que se considera han ilustrado suficientemente el problema examinado en el presente capítulo.

2.6.3. Simulación Tres.

a) Supuestos.

Cambios en el ingreso neto del frijol, algodón y caña, originados por disminución en los costos o por aumento en los precios de venta; supongamos que el gobierno asigna un precio de ¢400.00 por quintal de frijol; y el precio en el mercado mundial del quintal de algodón hace aumentar en ¢15.00 el quintal rama de fibra.

Simultáneamente una hectárea de caña aumenta el ingreso neto de ¢700.00 a ¢820.00.

b) Solución.

Ante esta nueva situación el modelo de asignación reacciona así:

Area cultivada en Hectáreas

Frijol	7,448
Arroz	5,551
Asocio	9,585
Algodón	26,849
Caña	150
Café	6,000

Hectáreas sobrantes:

Tierra Clase VI	415 Ha.
Insecticidas	3.687 qq.
Tracción Mecánica	6.653 jornadas/tractor
Fuerza de trabajo familiar	107,878 días/hombre
Valor de la función objetivo	₡ 46.312.432.00

c) Interpretación

Se observa que a pesar de haber sido incrementado el precio de sustentación del frijol, éste apenas es aumentado en su área de cultivo y el ingreso neto regional aumenta solo en 1.7%

2.6.4. Simulación Cuatro

a) Supuesto.

Cambios en los ingresos netos de maíz y frijol.

- Una hectárea de maíz produce 105 colones más: de ₡300.00 a ₡405.00
- Una hectárea de frijol rinde de ₡150.00 a ₡400.00 de ingreso neto.

b) Solución

Ante esta nueva situación las áreas se redistribuyen así:
(en hectáreas)

Frijol	1.448
Arroz	5.551
Asocio	9.585
Algodón	26.850
Caña	150
Café	6.000

Factores sobrantes:

Insecticidas	3.687 qq.
Tracción mecánica	6.653 días/maq.
Fuerza de trabajo familiar	107.877 días/hombre
Tierra Clase VI	414 Ha.
Valor de la función objetivo	¢45.891.680.00

c) Interpretación

En esta simulación, el maíz no es seleccionado y paradójicamente aparece la caña como un cultivo incluido entre los programados, sin que en principio la intención de la medida de política que suponemos influyó en el cambio en el ingreso neto del maíz y el frijol haya pretendido tal inclusión. Esta área cultivada se incluye aquí a expensas del algodón. El incremento en el ingreso neto regional se aumenta solo en 0.8% y los días hombre incrementados es apenas 9.234 equivalentes a 35 empleos anuales.

2.6.5. Simulación Cinco

a) Supuesto

Si el ingreso neto por hectárea del cultivo del algodón, caña, maíz y frijol varía de la manera siguiente:

Algodón	de ¢ 800.00 a ¢ 815.00
Caña	de ¢ 700.00 a ¢ 820.00
Maíz	de ¢ 300.00 a ¢ 405.00
Frijol	de ¢ 150.00 a ¢ 400.00

b) Propósito de la Simulación

Investigar la capacidad que tiene el algodón de competir con los otros cultivos a través de asignar ingresos netos por hectárea proporcionalmente mayores.

Para el maíz y el frijol se supuso que el aumento en el ingreso neto se deriva de políticas de precios a los granos básicos y para cultivos anuales se supone que el incremento en el ingreso neto se deriva de fluctuaciones en alza en el mercado mundial.

c) Resultados.

i) Valor de la función objetivo	Q46.312.432
ii) Incremento en el ingreso neto, respecto de la solución básica	1.7%
iii) Incremento en el empleo respecto de la solución básica	0.2%
iv) Areas de cultivo programadas (Hm.)	
Frijol	1.448
Arroz	5.552
Asocio	9.585
Algodón	26.850
Caña	150
Café	6.000

Factores sobrantes:

Insecticida	3.687 qq.
Tracción mecánica	6.653 días/hombre
Fuerza de trabajo familiar	107.878 días/hombre
Tierra Clase IV	414 Has.

d) Interpretación

En esta simulación, al igual que en las anteriores las varia
ciones en los ingresos netos de los cuatro cultivos seleccio
nados, pese a ser sustanciales, no muestran variaciones en
las áreas de cultivo. La razón es, principalmente por la es-
tructuración del modelo, el cual asigna a los cultivos tierra
cuya calidad y potencialidad agrícola limita en unos casos y
permite en otros el uso múltiple de los mismos para la gama
de cultivos. Entre estas limitaciones de orden estrictamente
agrícola mencionamos algunos:

- El cultivo del frijol: Las variedades comerciales, se adap-
tan a terrenos cuya altura sobre el nivel del mar sea mayor
de los 400 metros. Esto excluye el uso de tierras ubicadas
en la zona costera, cuya altura máxima es entre cero y cin-
cuenta metros.
- El cultivo del algodón: Exige terrenos profundos con poca
pendiente para ser manejados en extensiones tales que per-
mitan el uso de aviones para aspersar insecticidas y ferti-
lizantes. Este cultivo es además resistente a las sequías,
a las que se exponen los cultivos en la zona costera.

- El arroz, igual que al algodón, debe ser cultivado en terrenos planos para facilitar su recolección.
- El asocio Maíz-Maicillo: Este cultivo es adaptable a casi cualquier clase de suelo. Es manejable en cualquier extensión y constituye una actividad agrícola que no está asociada de una manera total al mercado del producto. Este cultivo es el típico de las parcelas de subsistencia y de aquellas tierras agrológicamente marginales, tanto por el potencial de sus suelos como por el riesgo de sequía. En el área estudiada, la cordillera de Jucuarán constituye una zona típica de esta clase de tierras.

Por el hecho de constituir una forma tradicional de proveer alimentación de la población, al margen del ingreso derivado de la venta de fuerza de trabajo, el modelo ha sido estructurado de tal forma que al operar modificaciones en el ingreso neto, en todo caso, hay un área de cultivo maíz-maicillo que permanece constante. Al mismo tiempo, la rentabilidad del mismo inhibe toda posibilidad de extenderse a tierras de mayor potencial agrícola.

- Caña: Este cultivo exige tierras planas u onduladas, de profundidad y la textura moderada y franca, por esta razón puede competir con las dedicadas al algodón; pero su área es pequeña en los cuadrantes debido a que los costos de transporte de la caña (se cosecha un promedio de 70 tone-

tadas métricas por Ha.) a los ingenios ubicados en la zona central y occidental lo vuelve prohibitivo en la actualidad.

- Café: Este cultivo es adaptable en tierras cuya altura sobre el nivel del mar es mayor de 600 metros, requiere de elevados costos de establecimiento $\$7,500.00$ por manzana y cuatro a seis años de establecimiento. Por esta razón, el área no puede ser incrementada fácilmente. En consecuencia de lo anterior, también aparece en el modelo con un área estática. Además, porque la disponibilidad de tierras para este cultivo ha sido ocupada en casi su totalidad, durante más de un siglo de cultivos de café en El Salvador.
- Maíz: Este cultivo es adaptable a casi toda la tierra agrícola disponible. No obstante, aparece en áreas pequeñas debido a que su rentabilidad es muy baja respecto de los otros cultivos. De aquí que prácticamente solo se le cultive en asocio y en tierras marginales.

Las consideraciones anteriores tratan de ser representadas en las ecuaciones restrictivas que componen el modelo, y en ese sentido, también explican la rigidez del modelo cuando se simulan variaciones en los ingresos netos de los cultivos. Y es que, efectivamente la función de producción agrícola es rígida a este tipo de variaciones y solo operan cambios cuando estas características se sostienen por largos períodos.

Las reflexiones anteriores se observan como válidas en las simulaciones posteriores.

En los que X_i ($i = 1, 2, \dots, 7$) son las áreas de producción de los cultivos incluidos en el modelo, según:

x_1 ; Maíz	x_4 ; Asocio Maíz- Maicillo
x_2 ; Frijol	x_5 ; Algodón
x_3 ; Arroz	x_6 ; Caña de Azúcar
	x_7 ; Café

NOTA: En el cuadro 1 no aparecen variables de holgura. La solución del problema de optimización su inclusión y procesamiento.-

2.6.6. Simulación Seis

a) Supuesto.

Cambios en los ingresos netos por hectárea de frijol, algodón y caña; y disminución en la oferta física de fertilizantes en un 10% de la dotación inicial.

Frijol, de ₡ 150.00 a ₡ 300.00

Algodón de ₡ 800.00 a ₡ 815.00

Caña de ₡ 700.00 a ₡ 820.00

Oferta de
Fertilizantes de 280.000 qq. a 250.000 qq.

b) Propósito de la Simulación

Evaluar el cambio de la producción total y el ingreso neto frente variaciones combinadas en el ingreso neto por hectárea de cultivo y la oferta regional de fertilizantes.

c) Resultados

i) Función Objetivo (YNr)	₡46.136.864
ii) Incremento en el YNr	1.3%
iii) Areas programadas (Ha.)	
Maíz	99
Frijol	1,427
Arroz	5.473
Asocio	9,560
Algodón	27.000
Café	6.000

iv) Factores Sobrantes

Insecticidas	3.563 qq.
Tracción mecánica	6.110 días/tractor
Fuerza de trabajo familiar	1.121.135 días/hombre
Tiempo Clase VI	440 Has.

d) Interpretación.

En esta solución, el maíz aparece como cultivo seleccionado en la programación por efecto de las variaciones de la dotación de fertilizantes y en los engresos netos unitarios de cada cultivo. El algodón mantiene su área original como consecuencia lógica de su elevada rentabilidad y de las restricciones estructurales reflejadas en el modelo.

Las otras variaciones son redistribuciones en el uso de las tierras clase IV, V, VI y VII, pero en su conjunto no muestran cambios notables.

La función objetivo maximiza un ingreso neto mayor en 1.3% de la solución básica. Esto se explica en parte porque el ingreso neto mayor lo aporta el algodón, y en esta solución no ha cambiado.

Una conclusión preliminar derivada de esta y las anteriores simulaciones es la distribución del uso agrícola de la tierra es sumamente rígida frente a cambios en los precios y los ingresos netos por Ha. de los cultivos debido a la abrumadora ventaja del algodón en este aspecto. A este último

respecto es necesario aclarar que, en la determinación del área de cultivo de algodón en 27,000 Ha. se ha hecho no solamente en base a la calidad del suelo, los requerimientos agronómicos del cultivo y su rentabilidad. También se ha tomado en cuenta el tamaño de las propiedades que, como ocurre con todas las zonas de tierras de gran potencial agrícola, se encuentran concentrada en grandes explotaciones vinculadas al cultivo agro-exportable más rentable en la zona.

2.6.7. Simulación Siete

a) Supuesto.

Cambio en el ingreso neto del frijol y disminución en la oferta de fertilizantes en un 10%.

b) Objetivo.

Analizar la dependencia que existe entre el cultivo del frijol y la oferta de fertilizantes, considerando que se aumentó su ingreso neto por Ha. de ¢150.00 a ¢300.00

c) Resultados

- i) Valor del ingreso neto regional (función objetiva) ¢45.731,88
- ii) Incremento en el ingreso 0.4%
- iii) Incremento en el empleo 0.1%

iv) Areas programadas de cultivo (Has.)

Maíz	99
Frijol	1.427
Arozo	5.473
Asocio	9.560
Algodón	6.000

v) Factores sobrantes

Insecticidas	3.563 qq.
Tracción mecánica	6.110 días/tractor
Fuerza de trabajo familiar	112.134 días/hombre
Tierra clase VI	440 Has.

d) Interpretación.

Este cambio no opera variaciones en la programación respecto de lo anterior, por lo que es posible deducir que el área cultivada de frijol es en los términos modelados independiente de las mismas.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS FINALES DE LAS SIMULACIONES

En el siguiente cuadro se reúnen los resultados finales de cada simulación y la solución básica que refleja la situación original de la región.

SIMULACION	FUNCION OBJETIVO (¢)	AREAS PROGRAMADAS DE OPTIMIZACION (Has.)						
		MAIZ	FRIJOL	ARROZ	ALGODON	CAÑA	CAFE	ASOCIO
a) Base	45,534,208	-	1,319	5,571	27,000	-	6,000	9,574
1)Aumento en el YN/Ha. en frijol e incremento en área de cultivo de granos básicos y caña - en tierra clase II y III.	43,524,976	-	429	13,571	20,000	-	6,000	5,014
2)Aumento en YN/Ha. de frijol algodón,caña y en la dotación de tierras para estos cultivos por restricción del algodón.	43,865,008	-	575	13,425	18,885	1,115	6,000	5,097
3)Aumento en el ingreso neto por Ha. (YN/Ha) en frijol, algodón y caña	46,312,432	-	1,448	5,551	26,849	150	6,000	9,858
4)Aumento en el YN/Ha. en maiz y frijol.	45,891,680	-	1,427	5,551	26,850	150	6,000	9,585
5)Aumento en IN/Ha. de maiz frijo, algodón y caña.	46,312,432	-	1,448	5,552	26.850	150	6,000	9,560
6)Aumento en el YN/Ha. de frijol, algodón y caña y disminución en la oferta de fórmula	46,136,864	99	1,427	5,473	27,000	-	6,000	9,560
7)Aumento en YN/Ha.de frijol y disminución en la oferta de fórmula.	45,731,888	99	1,427	5,473	27,000	-	6,000	9,560

CAPITULO III

Modelos de Mercado en Programación Regional de Cultivos

En el presente capítulo se harán algunas reflexiones relativas a la inclusión de elementos de mercado en un modelo de programación. La introducción de estos elementos obedece a la necesidad de relacionarse con nuevas técnicas de programación que contienen aspectos de interés metodológico.

Debe advertirse, no obstante, que se conocen las limitaciones que aquellas reflexiones tienen en el contexto de un modelo que programa ofertas de cultivos tan "peculiares" como los "granos básicos", a menudo producidos en condiciones tales que su oferta es significativamente indifferente a las condiciones del mercado.

Esta advertencia puede extenderse asimismo a la mayoría de los productos agrícolas cuyas ofertas son relativamente inflexibles.

Modelos que tiendan a lograr una reproducción más acabada de la producción agrícola han sido estudiados e implementados por diversos investigadores patrocinados por el "Centro de Investigaciones para el Desarrollo" del Banco Mundial, utilizando para ello elementos adicionales como son las medidas de riesgo, restricciones de autoconsumo, funciones de demanda, etc.

El grupo de trabajo tomó relación y experimentó hasta cierto grado-- con algunos de los aspectos citados; de esta relación aunque no se obtuvo resultados espectaculares, sí se produjeron mejores elementos de análisis para comprender la técnica de programación que ha sido expuesta en el presente trabajo de graduación.

Las experiencias adquiridas en el contexto particular de este capítulo serán expuestas en la forma de una metodología para la modelación de un sistema de mercado, que se caracteriza básicamente por la inclusión-- de funciones de demanda con pendiente. El modelo se expondrá con la brevedad exigida por el carácter del presente Capítulo sin entrar en la fundamentación algebraica de las proposiciones que lo sustentan, las cuales sin embargo, reflejan experiencias concretas de la investigación realizada.

A continuación se plantearán algunas importantes diferencias entre el "Modelo de Asignación" expuesto en el Capítulo II y el "Modelo de Mercado" cuya modelación se tratará en el presente Capítulo así: En el modelo de asignación se pueden encontrar las siguientes características:

3.1 Características Básicas del Modelo de Asignación

- a) Se parte de una proposición fundamental que supone precios constantes para cualquier volumen producido o vendido; esto determina que los ingresos derivados de la venta de la producción varían en la misma proporción que las cantidades.
Este supuesto es suficientemente legítimo puesto que se puede tratar ya sea de productores que venden su producto sin afectar el precio de mercado o de agricultores que venden a una agencia gubernamental, siendo lo segundo el caso de aquellos agricultores que venden su producción al Instituto Regulador de Abastecimientos a los precios de garantía fijados previamente a la cosecha.
- b) No se expresan las variaciones típicas de las variables involucradas en un sistema de mercado tradicional; y,
- c) Las ofertas sólo están limitadas por las cantidades de recursos existentes.

3.2 Características del Modelo de Mercado

- a) Se incluyen funciones de demanda con pendiente, es decir funciones que admiten variaciones en los precios. Significa además que se observan aumentos en el ingreso proporcionalmente menores que los aumentos en las cantidades vendidas;
- b) Se incorpora explícitamente el comportamiento típico de los consumidores en el mercado tradicional; y,
- c) Se propone una limitación adicional en las ofertas del modelo, puesto que la producción cesará de incrementarse en el punto en que ya no se obtengan beneficios netos adicionales.
(Costos menos beneficios brutos) derivados de la producción de un bien particular.

FUNCIONES CORRESPONDIENTES
A UN MODELO DE ASIGNACION -

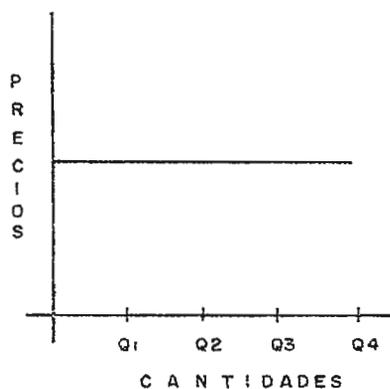


Fig 4a FUNCION DE DEMANDA

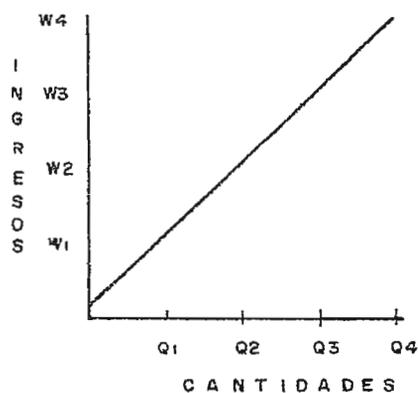


Fig 4b FUNCION DE INGRESOS

FUNCIONES CORRESPONDIENTES
A UN MODELO DE MERCADO -

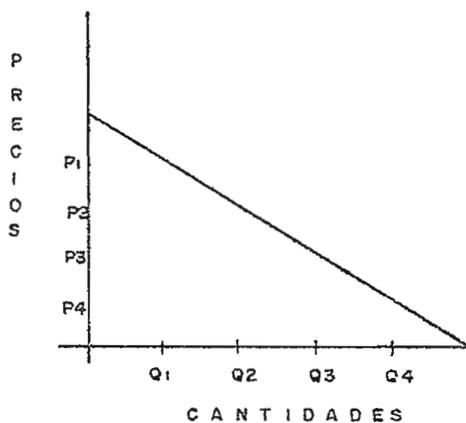


Fig 5a FUNCION DE DEMANDA

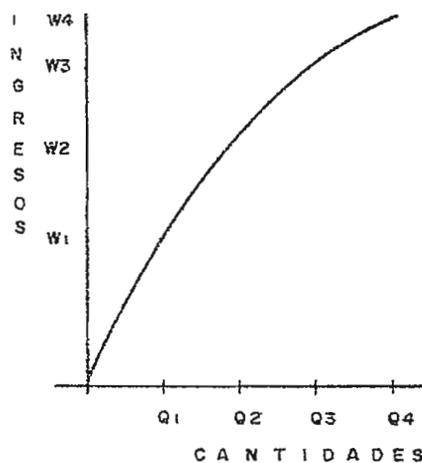


Fig 5b FUNCION DE INGRESOS

Las figuras 4 y 5 expresan gráficamente esta diferencia, presentando las curvas de demanda y las curvas de ingreso propias de cada modelo.

Las diferencias expuestas indican que la estimación de funciones de demanda es la principal dificultad adicional que plantea la implementación de modelos de mercado. El resto de complicaciones corresponde a la solución del sistema; estas dificultades crecen en relación al conjunto de actividades de producción consideradas, al número de recursos modelados y a otras especificaciones que más adelante se detallarán.

Los elementos planteados no deberán ser considerados como una mejor aproximación en relación a las condiciones reales que se trata de reproducir; sus resultados pueden ser igualmente relevantes que los obtenidos a partir de un modelo que no incluyan explícitamente los elementos aludidos. Sin embargo, el conocimiento de estos aspectos es el camino que conduce a la posibilidad de realizar modelos que pueden ostentar la categoría de implementables o de "útiles" para los efectos prácticos de la planificación.

3.3 Funciones de Demanda

Las funciones de demanda pueden ser relativas a las variables ingreso, cantidades demandadas y precio. Para los propósitos de este trabajo se considerarán funciones de demanda del tipo $P = a - bQ$ las cuales como está expresado relacionan inversamente el precio con la cantidad demandada.

Las ecuaciones de este tipo pueden ser deducidas de estimaciones de la elasticidad de cada producto las cuales a su vez pueden estimarse mediante varios métodos conocidos, uno de los cuales es la estimación mínima cuadrática de ecuaciones de regresión que involucran las variables pertinentes. A su vez los precios deberán tomarse de un año base y las cantidades podrán corresponder a una región o el país -- dependiendo de los alcances del modelo.

Tanto la ecuación de demanda del tipo aludido, como la curva de ingresos deducido de aquella están expresadas en la figura 5a. y 5b.

3.4 Criterio de Maximización

La introducción de funciones de demanda propone explícitamente el comportamiento típico de los consumidores. Implícitamente también se incluye el comportamiento de los agricultores puesto que estos supuestamente dejarán de producir en el momento en que ya no se incrementen sus ingresos netos por área.

Esta aseveración se fundamenta en el hecho de que los agricultores responden al ingreso por área cultivada más que a los precios de mercado.^{1/}

El cálculo de este ingreso es formalmente distinto cuando se introducen funciones de demanda y por tanto, en relación al modelo de asignación, se establece una diferencia en el criterio de maximización, que en seguida será formalizado.

Hemos dicho que el método propone utilizar funciones del tipo:

$$(1) P = a - bQ$$

Las integrales de estas funciones definen área que constituyen los ingresos derivados de la venta de la producción. Por tanto la integral se expresa:

$$(2) Y = Q(A - 0.5 bQ) = \text{Ingresos Totales}$$

Los símbolos tienen el significado usual empleado en los textos de economía.

Ahora bien, si consideramos que los costos de producción son una proporción fija de las cantidades producidas, se tiene:

$$(2) C = c(Q) = \text{Costos Totales}$$

Si además suponemos precios de equilibrio, se esta en la posibilidad de maximizar el excedente tanto de productores como de consumidores es decir:

$$(4) \text{maximizar } q(A - 0.5 bQ) - c(Q) = \text{Ingreso Neto}$$

^{1/} Fletsher. "Comercialización y precios Agrícolas" (Mimeo) Facultad de Economía. Universidad de El Salvador.

Claro está que el criterio es básicamente el mismo que el utilizado en un modelo de asignación, sin embargo, es evidente que no se trata de una función lineal sino una función cuadrática de la forma:

$$(5) AQ = 0.5 bQ^2 - Q$$

Esta como puede verse se ha desarrollado a partir de la anterior. Resolver este problema de optimización exige el empleo de programación cuadrática, la que sin embargo plantea numerosos problemas que dificultan la obtención de resultados satisfactorios. Se realizarán por lo tanto algunas operaciones que permitan llegar a una solución aproximada.

El procedimiento que se utilizará se denomina Algoritmo de Programación Lineal separable que se expondrá en seguida:

3.5 Algoritmo de Programación Lineal Separable

Este algoritmo es un procedimiento empleado para linealizar funciones cuadráticas . 2/

Concretamente se tratará de aproximar linealmente el sistema descrito en la ecuación (4) con el objetivo de programarlo linealmente, o sea para estar en condiciones de emplear el conocido método del SIMPLEX que fué el utilizado para resolver el modelo lineal de la sección II. El algoritmo será expuesto mecánicamente dividido en dos pasos. El algebra que lo fundamenta no se expondrá por razones expositivas.

3.5.1. Paso uno:

El objetivo de este paso es linealizar mediante funciones del mismo tipo que la descrita en la figura (4A) la función de demanda descrita en la figura (5A). Esta aproximación lineal--- queda expresada mediante sucesivos escalones, cada uno de los cuales representa una función similar a la que corresponde a un modelode asignación.

2/ Varios autores. "Precios endogenos y Medidas de Riesgo en Modelos de Programación Lineal para el sector Agrícola". Centro de Investigaciones para el Desarrollo del Banco Mundial. (Mimeo) 1976.

APROXIMACIONES LINEALES EN LAS FUNCIONES
DE INGRESO Y DEMANDA

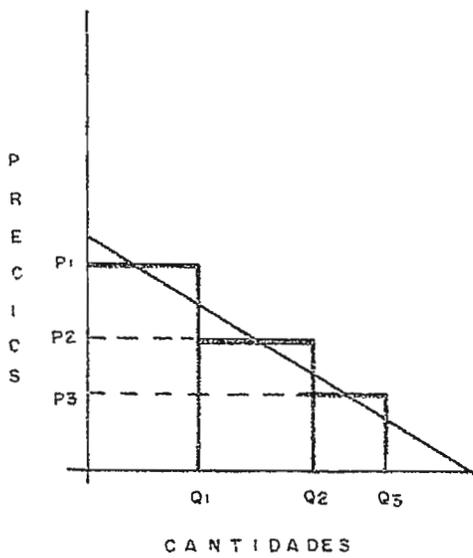


Fig 6a ESCALONES EN LA
FUNCION DE DEMANDA

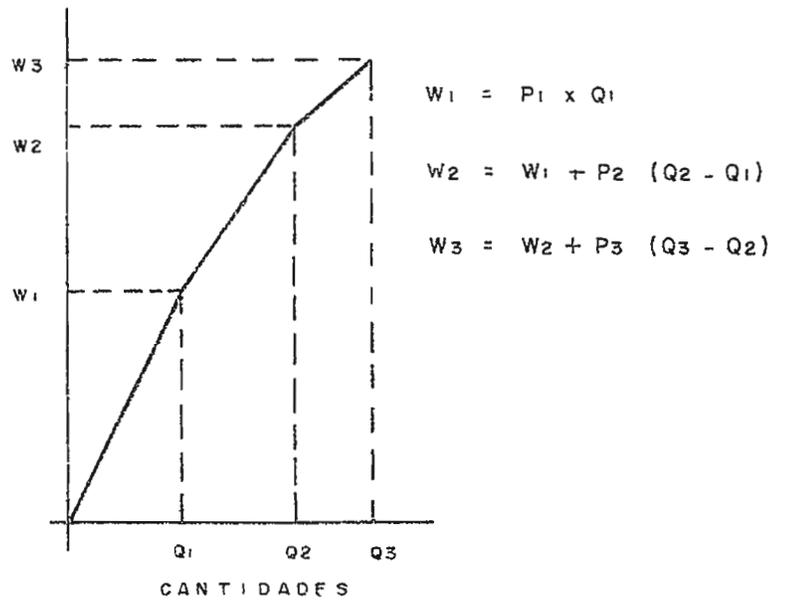


Fig 6b PARTICIONES EN LA FUNCION
DE INGRESO

Sistématicamente, entonces lo que se trata es de aproximar línealmente la función de demanda correspondiente a un modelo de mercado, mediante funciones de demanda que corresponden a un modelo de asignación.

Lógicamente la aproximación mejora cuando se utilizan más escalones o funciones segmentadas. Sin embargo, para nuestros propósitos sólo escogemos tres de dichas funciones. La figura: 6A ilustra esta operación.

3.5.2 Paso dos.

Ya hemos planteado que la función de ingresos (precios por cantidades) se deduce de la función de demanda. Esto es válido para las funciones correspondientes a cada uno de los modelos. por tanto las aproximaciones en la función de demanda nos definirá asimismo aproximaciones en la función de ingresos.

El objetivo de este paso es, entonces aproximar línealmente la función de ingresos correspondiente a un modelo de mercado, mediante funciones de ingresos del mismo tipo a las que corresponden a un modelo de asignación. El número de estas aproximaciones será igual a las realizadas en la función de demanda.

Estas aproximaciones que en lo sucesivo se llamarán particiones, se expresan como un conjunto de rectas que se apróximán a la función de ingresos 5b.

Esta operación se describe en la figura 6b.

Los procedimientos anteriores al realizar un conjunto de particiones en la función de ingreso permiten utilizar el procedimiento computacional SIMPLEX para la solución del modelo de mercado.

Las sucesivas particiones proveen un conjunto de ingresos agregados los cuales se expresan:

$$W_1 = P_1 \times Q_1$$

$$W_2 = W_1 + P_2 (Q_2 - Q_1)$$

$$W_n = W_{n-1} + P_n (Q_n - Q_1)$$

Cada ingreso esta asociado a una cantidad determinada la cual se calcula por diferencias, excepto para la primera partición.

Ahora bien, si logramos encontrar los ingresos y las cantidades correspondientes a cada partición de las distintas funciones de ingreso asociadas a las diversas actividades de producción, entonces estamos en posibilidad de modelar el sistema de mercado.

La figura 7b presenta un modelo de mercado en el cual existen dos actividades de producción (x_1 y x_2) y dos particiones realizadas en las funciones que a cada una de las actividades les corresponde.

Se presenta además un modelo de asignación en la figura 7A para ilustrar las diferencias. Los coeficientes numéricos sólo ayudan la descripción de los modelos, por lo cual sólo cumplen una función de ilustración.

3.6 Descripción del Modelo

Se denominan balances y bloques a las filas y columnas asociadas con algún criterio definido. Puede notarse que en relación al modelo de asignación, el modelo de mercado añade dos balances y un bloque adicionales.

3.6.1 Balances

El primer balance se denomina Balance de Insumos en el cual se contiene los coeficientes asociados a cada actividad de producción para cada insumo o recurso utilizado.

Los recursos se encuentran en el vector columna a la derecha del sistema.

Así por ejemplo el número 74 asociado a la variable situada en la fila 2 y columna uno, indica que se necesitan 74 jornales para la producción de una hectárea de maíz.

3.6.2 El segundo balance se llama Balance de Producción menos ventas. En este balance se modelan los rendimientos que corresponden a cada actividad de producción. Estos coeficientes se modelan en la intersección de este balance con el bloque de actividades-- de producción.

En la intersección con el bloque de actividades de venta se modelan las cantidades que corresponden a cada petición de la función de ingresos que corresponden a cada actividad. Es decir -- dos particiones para la función de ingresos de maíz y frijol respectivamente.

Así por ejemplo el coeficiente 49 corresponde a los rendimientos por Ha. de maíz y los coeficientes 4900 y 9800 corresponden a las cantidades definidas en las particiones de la función de ingresos de dicha actividad de producción. Como puede verse los dos últimos coeficientes se modelan con signos negativo para que se lea producción (Rendimientos por hectáreas) menos ventas.

3.6.3 El último balance se denomina de Convexidad y asegura que las variables que corresponde a cada partición tomen como valor máximo el uno.

Si tomaran un valor mayor que uno significaría pasar al otro escalón lo cual no sería admisible.

Puede añadirse además que solamente una de las variables asociadas a cada partición de la misma actividad podrá integrar la solución definitiva. Así por ejemplo, para el caso de las variables x_3 y x_4 que corresponden a las particiones de la función de ingre

Los costos del maíz, integrarán la solución solamente una de las dos y necesariamente su valor deberá estar entre uno y cero.

3.6.4 Función objetivo

La función objetivo se modela de la siguiente manera:

Los costos de producción por Ha. de cada actividad se asocian con las variables correspondientes, así por ejemplo el coeficiente 985 significa que por cada Ha. producida de maíz se incurrirá en un costo de 985 colones. Los costos de producción se introducen con signos negativo.

Los coeficientes asociados a las variables de las particiones de la misma actividad son los ingresos correspondientes a cada partición.

Así por ejemplo 132.262 y 235.162 son los ingresos que se obtienen en la partición uno y dos de la función de ingresos de maíz. Puede notarse que estamos cumpliendo con el criterio de maximización propuesto en (4) . Sólo que mediante separaciones de la parte cuadrática de la función objetivo.

Hasta aquí se han realizado las operaciones necesarias para introducir en un modelo las funciones de demanda.

El modelo presentado puede expandirse hasta el grado en que lo permitan los recursos de tiempo, dinero y computación, que incluso para un modelo pequeño pueden llegar a ser considerables.

3.7 Solución

La solución de un modelo de mercado presenta dificultades adicionales derivadas de su misma estructura. Por tanto hay que realizar otra operación más para ser resuelto mediante el algoritmo simplex.

Dicha operación se denomina algoritmo de DESCOMPOSICION, que consiste en un procedimiento que separa el modelo en partes convenientemente seleccionada para ser finalmente resuelto con el procedimiento computacional SIMPLEX.

Mediante aquel algoritmo la combinación de tramos de ingresos que maximiza el ingreso regional y que, al mismo tiempo, es posible producir con la dotación de factores existentes, son seleccionados después de interacciones en las que se pasa del balance de producción y ventas al balance de insumos, del bloque de venta de productos al bloque de producción.

El equipo de trabajo diseño aplicaciones del método simplex al modelo de mercado; sin embargo, debido a la estructura del modelo las soluciones obtenidas solo incluían actividades de venta y variables artificiales y no tomaban en cuenta actividades de producción, ya que su inclusión haría disminuir el valor de la función objetivo por el signo negativo con que los costos de producción se introducen en el modelo. La imposibilidad de remover variables artificiales de una solución básica indica que el problema de optimización es insoluble; la salida de computadora indicaba en el caso considerado, no obstante, que el problema tenía solución ("FEASIBLE"), situación observable en la última salida de computadora anexa.

Las incongruencias mencionadas se originan en la falta de algoritmo de descomposición.

Dicho algoritmo se exige por supuesto en el caso en que no es posible resolver un modelo manualmente por la sencilla razón de que su tamaño lo vuelve impracticable.

En el caso del modelo expuesto si fué posible realizar su solución e incluso 2 simulaciones las cuales se presentan adelante.

Cuando se trata de un modelo mayor como por ejemplo el expuesto en el Capítulo II se exigiría instruir a la computadora en el algoritmo de descomposición. Dichas instrucciones sin embargo, no fué posible obtenerlas, puesto que el procedimiento aún no se ha difundido en el país con la amplitud requerida. Su adquisición exige por tanto recursos más amplios que en el marco de las condiciones de este trabajo no se contaron.

3.8 Comparación de las Soluciones de los modelos expuestos:

Como ya ha sido mencionado es posible cuando se trata de modelos reducidos, encontrar su solución manualmente por lo tanto se expondrán sus soluciones para poder hacer evidente las diferencias del modelo de asignación y de mercado.

Para la lectura completa de las variables se exponen en los cuadros 8A y 8B la explicitación de las variables de holgura y artificiales tanto del modelo de asignación como del de mercado.

3.9 Solución e Interpretación del Modelo de asignación

$$x_2 = 200 \text{ Valor de la función objetivo} = 95200$$

$$x_4 = 600$$

La solución del modelo indica que solo deberá producirse frijol asignándose en dicha actividad el total de la tierra o sea las 200 hectáreas disponibles. Asimismo el valor de la variable de holgura x_4 indica que dejan de emplearse 600 jornales lo cual indica que no es una solución muy adecuada en cuanto al empleo generado.

En la realidad sería más concebible que apareciera también la producción de maíz, sin embargo no aparece puesto que el modelo está estructurado para atender únicamente al criterio de máximo ingreso el cual se logra al producir solo frijol. Lograr la introducción de la actividad productora de maíz podría lograrse si se introdujeran restricciones adicionales para lograr una solución más coherente con las condiciones reales de la producción de granos básicos, otra manera de hacerlo sería manipulando el modelo mediante adecuadas simulaciones lo cual se hará con el modelo de mercado.

El valor de la función objetivo indica el ingreso neto derivado de la actividad resuelta.

3.10 Solución e interpretación del modelo de mercado

$$x_2 = 200$$

$$x_6 = 1 \quad \text{Valor de la función objetivo} = 62.216$$

$$x_8 = 600$$

La solución es idéntica a la anterior indicando adicionalmente que el total de la producción de frijol se venderá. Esto se expresa con el coeficiente uno que toma la variable x_6 .

Sin embargo a pesar que el modelo resuelve al igual que el anterior producir únicamente frijol en las 200 hectáreas de tierra disponible la introducción de las funciones de demanda define un ingreso neto menor que en la solución anterior.

En este aspecto se ha logrado una mejora en la solución, puesto que en condiciones normales de comercialización es más concebible esperar vender a precios menores a medida que la oferta aumenta.

se realizaron algunas simulaciones con este modelo que permitirán el doble efecto de introducir la actividad productora de maíz y de ilustrar cambios en los valores de las variables y de la función objetivo.

3.11 Simulaciones del Modelo de Mercado

El resultado de estas simulaciones debe entenderse que están restringidas en sus conclusiones por el tamaño reducido del modelo, el cual como resulta evidente solo recoge aspectos parciales de la producción de los cultivos involucrados.

3.11.1 Primera Simulación

Se supondrá que el rendimiento del frijol aumenta de 16 a 20 quintales por Ha., este aumento puede deberse a innovaciones tecnológicas de diversa índole o a causas naturales que favorezcan el cultivo.

El resto de elementos en el modelo no se altera .

El resultado de este cambio produce los siguientes efectos en los valores de los variables y la función objetivo.

$$x_1 = 37$$

$$x_2 = 160$$

$$x_3 = 0.35 \quad \text{Función objetivo} = 107183$$

$$x_6 = 1$$

$$x_7 = 3$$

$$x_8 = 0.65$$

Los valores de los variables y de la función objetivo se han aproximado para evitar los decimales que la solución exacta arroja.

Como puede observarse al suponer aumentos en el rendimiento de frijol se logra la incorporación de 37 Ha., de tierra para el cultivo de maíz. Esta solución es mucho más adecuada puesto que emplea casi el total de la tierra, sobrando únicamente 3 Ha., por el agotamiento de las reservas de fuerza de trabajo, la cual queda completamente utilizada.

Si se modelaran flujos migratorios de la mano de obra podrían incorporarse estas tierras sobrantes.

El alza en los rendimientos se refleja en un aumento considerable del valor de la función objetivo.

3.11.2 Segunda Simulación

Ahora se supondrá una reducción en la demanda de frijol desde 2300 hasta 3000 quintales, ello también significará una reducción en el mismo nivel de la oferta la que sin embargo se venderá por el mismo valor que la anterior situación.

Los resultados son los siguientes:

$$x_1 = 13$$

$$x_2 = 187$$

$$x_3 = 0.12 \quad \text{Valor de la función objetivo} = 76.611$$

$$x_6 = 1$$

$$x_8 = 337$$

$$x_{11} = 0.88$$

Como en el caso anterior se han evitado el empleo de decimales quedando los valores señalados solo como aproximaciones.

La reducción tanto en la oferta como la demanda de frijol permite liberar tierras para el cultivo de maíz, asignándose 13 Ha., para dicho cultivo y 187 Ha., para el cultivo de frijol.

Esta solución desmejora puesto que deja sin empleo un total de 337 -- jornales de los 11200 disponibles además el valor de la función objetivo se reduce con respecto al resultado anterior.

Puede concluirse del análisis de las dos simulaciones que podrían esperarse mejores resultados tanto en el empleo como en el ingreso, si se mejoran los rendimientos de los productos considerados. Se insiste en que esta conclusión puede ser mejorada al considerar más especificaciones.

Modelo de Asignación

	Producción	Oferta
Balance	$x_1 + x_2$	200
Insumos	$74x_1 + 53x_2$	11200
Función Objetivo	$337x_1 + 476x_2$	

Fig.1a

7 (A)

MODELO DE MERCADO (Fig. 2a)

BLOQUE PRODUCCION		B L O Q U E V E N T A S		TERMINOS INDEPENDIENTES	
Balance	$x_1 + x_2$			<	200 (t)
Insumos	$74x_1 \quad 53x_2$			<	11200 (j)
Balance Producción y Ventas	$49x_1$ $16x_2$	$4900x_3 \quad 9800x_4$	$1600x_5 \quad 3200x_6$	>	0
Balance Convexidad		$x_3 + x_4$	$x_5 + x_6$	<	1
Función Objetivo	$-985x_1 \quad -814x_2$	$132262x_3 + 235162x_4 + 124216x_5 + 225016x_6$			

7(b)

Simbología:

- x_1 : Superficie dedicada a frijol
- x_2 : Superficie dedicada a maíz
- x_3 : Ventas maíz 1er. escalón
- x_4 : Venta maíz 2o. escalón
- x_5 : Venta frijol 1er. escalón
- x_6 : Venta frijol 2o. escalón
- T : Hectareas de tierra disponibles
- T : Jornales disponibles

Modelo de Asignación

Fig. 1b

	VR	VH	
	$x_1 + x_2 + x_3$		= 200
	$74x_1 + 53x_2$	$+ x_4$	= 11200
F(Max)	$337x_1 + 476x_2$		

MODELO DE MERCADO

Fig. 2b

V R	V H	V A	
$x_1 + x_2$	$+x_7$		= 200
$74x_1 + 53x_2$	$+x_8$		= 11200
$49x_1 - 4900x_3 - 9800x_4$	$-x_9$	$+x_{13}$	= 0
$16x_2 - 1600x_5 - 3200x_6$	$-x_{10}$	$+x_{14}$	= 0
$x_3 - x_4$	$-x_{11}$		= 1
$x_5 + x_6$	$-x_{12}$		= 1
F (Max): $985x_1 - 814x_2 + 132262x_3 + 235162x_4 + 124216x_5 + 225016x_6 + 0x_7 + 0x_8 + 0x_9 + 0x_{10} + 0x_{11} + 0x_{12} - 250.000x_{13} - 250.00x_{14}$			

V R = Variables reales

V H = Variables de holgura

V A = Variables artificiales

TERCERA PARTE

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- 1.1 *Dado un marco teórico sobre planificación agrícola regional, una metodología para formulación de planes y herramientas como la programación óptima de cultivos, es factible establecer una mecánica de evaluación corrección del plan durante su implementación.*
- 1.2 *La herramienta cuantitativa programación óptima de cultivos también permite evaluar la coherencia de las estrategias, políticas y metas que constituyen el plan agrícola. Por medio de simulaciones se miden efectos globales de medidas de política económica sobre decisiones de producción.*
- 1.3 *La inclusión de restricciones de mercado en el instrumento de optimización mejora su utilidad, transformándolo en un modelo económico que provee soluciones de equilibrio para funciones de producción y de demanda de producto, volviéndose mayor su campo de aplicación.*
- 1.4 *Metodologías simplificadas para solucionar problemas de optimización aportan esquemas analíticos consistentes, aplicables por extensionistas agrícolas a nivel de explotación o de pequeñas áreas.*
- 1.5 *Las experiencias en El Salvador sobre planificación agrícola regional no han logrado materializar el objetivo principal del desarrollo rural integral.*

1.6 *El desarrollo agrícola regional en El Salvador se ha basado en planes cuyo propósito son la creación de riqueza en forma de infraestructura física y el fomento de la producción agropecuaria, abordados sin resolver el problema de tenencia de la tierra y mediatizando los procesos de reforma agraria.*

A N E X O N º 1
P R O G R A M A S I M P L E X

ANEXO 1

APLICACION COMPUTARIZADA EN LA PROGRAMACION LINEAL

(Traducción)^{1/}

Recientemente, el uso de los métodos de programación lineal ha crecido muy extensivamente.

"Uno de los factores claves que han contribuido a este notable desarrollo ha sido la disponibilidad de computadoras y programas computacionales...."

"El propósito principal de este anexo es introducir al lector al conocimiento de uno de los posibles programas para el método simplex, FORTRAN IV".

"El programa FORTRAN IV mostrado en este anexo puede ser usado para resolver un problema de programación lineal que contenga no más de 34 ecuaciones y 85 variables...."

El programa se transcribe en idioma inglés porque, aun cuando podría traducirse, esto también podría desvirtuar el significado sumamente especializado de los términos, que por otra parte, también es utilizado en el adiestramiento de los técnicos en computación; y por lo tanto no se dificultaría para ello su entendimiento; que sería lo necesario para el investigador, si fuera el caso lo necesitara.

He aquí el programa:

./.

STATEMENT FOR INITIALIZATION

KKK = 0

Look for the row in which there is no slack variable (excluding -
first row)

22 I = 1

23 I = I + 1

IF (I.GE.III) GO TO 40

IF (L(I).NE.0) GO TO 23

CALCULATE

 New last row = last row - the row without slack variable

25 Do 27 J = 1. JJ

IF (A(I.J).EQ.0.) GO TO 27

26 A(III.J) = A(III.J) - A(I.J)

27 CONTINUE

GO TO 23

Next statements for searching for the column in which the most nega-
tive entry appears either in the first (objective function) or -
last (form P) row.

40 K = III

44 J = 0

w(k) = 0.

L(k) = 0

42 J = J + 1

IF (J.GE.JJ) GO TO 45

IF ((A(K.J).GE.0).OR.(W(K).LE.A(K.J))) GO TO 42

W (k) = A (k,J)

L (k) = J

GO TO 42

Test for L9k. IF Is equal to zero. that is. all the entries -
except the extreme right one either in the first or last row are -
positive, go to st. 62 for further examination.

45 IF (L(k).EQ.0) GO TO 62

Search for pivot column

46 KJ = L(K)

Test each entry in the pivot column to see if it is positive or
not, if ti is. Go To St. 121 to compute the ratio defined in
the last section.

Do 120 I = 2, II

if (A (I,kJ).gt.o) GO TO 121

120 Continue

if all the entries in the pivot column are zero or negative numbers,
unbounded will be typed.

write (IwrIte, 130)

130 Format (5x, 'unbounded')

GO TO 70

The following statements are for computing the ratio defined in sec
tion 15.4, and for determining the location of the pivot.

121 I = 1

JK = 0

```
50 I = I + 1
   If (I.gt.II) GO TO 56
   If (A (I.KJ). LE.0) Go To 50
```

```
51 X = A (I.JJ)/A(I.kJ)
   If (Jk.EQ.0) GO TO 53
   If (x.GE.xmin) GO TO 50
```

```
53 Xmin = x
   Jk = I
   GO TO 50
```

The next statement indicates the pivot element before normalization

```
56 x = A (Jk.kJ)
   L(Jk) = kJ
```

Next statements for calculating the new rows above the pivot row

```
Do 57 I = 1, III
57 W(I) = A(I,kJ)
   IJ = Jk - 1
   Do 59 I = 1, IJ
   Do 59 J = 1, JJ
   If ( (A(Jk,J).EQ.0.) .OR. (W(I).EQ.0.) ) GO TO 59
```

```
580 A (I,J) = A (I,J) - w(I)*(A(Jk,J)/x)
```

```
59 Continue
```

Next statements for calculating the new rows below the pivot row

```
IJ = Jk + 1
Do 61 I = IJ, III
Do 61 J = 1, JJ
```

If ((A(Jk,J).EQ.0) OR.(w(I).EQ.0.)) GO TO 61

600 A(I,J) = A(I,J) - w(I)*(A(Jk,J)/x)

61 Continue

Nex statements for normalization

Do 205 J = 1, JJ

205 A(Jk,J) = A(Jk,J)/x

KKK = KKK + 1

write (I write,105) KKK.A (k.JJ).L(Jk)

105 Format (1x. 14. 6x. f15.2.2 10x. 14)

GO TO 44

Next statement for testing to see if it is the first row on which all the entries are positive except the extreme right one if it is, that means, no further improvement on the solution can be made.

GO TO ST. 70 and the answer will be typed out.

62 If (k.LE.1) GO TO 70

63 IJ = JJ - 1

Test to see whether all the elements on the last row (not including the extreme right one) are close to zero.

It is defines in the next statements that the problem in infeasible if one (or more) of them is larger than 0.0001.

Do 65 J = 1, IJ

If (A(k,J) GT.0.0001) GO TO 66

65 Continue

write (I write, 103)

```
103 Format (5x, 'feasible')
    write (I write 101)
101 format ( 1x, 'Iteration... Obj. function  new basic var,')
    If. after Iterations, all the elements in the last row have
    become positive but near zero, define all of them to be zero. c.
    Do 140 J = 1, JJ
140 A (III,J) = 0.
    In case of nonartificial problems, define K = 1, and
    GO TO ST. 44
    To search for the pivot column.
    K = 1
    KKK= 0
    GO TO 44
    Type out the sclution
66 write (I write, 6)
6 Format (5x, 'infeasible')
70 write (I write, 8) A (1, JJ)
8 Format (///5x.'obj. function', F20.8/)
    write (I write, 7)
7 Format (1x, 'variavle value')
    Do 71 I = 2, II
71 write (I write, 5) L (I), A (I, JJ)
5 Format (1x, I4, F20.8)
    Next statements for printing the final matrix
    write (I write, 100)
```

```
100 Format (//// 1x, 'the final matrix')
      Do 78 I = 1, III
      write (I write, 150 ) I
150 Format (//35x, 'row'. 12/)
78  write (I write, 4) (A (I,J), J = 1, JJ
      stop
```

E N D

PROGRAMA UTILIZADO PARA RESOLVER MODELO CAPITULO II

DOS FORTRAN IV 360N-FO-479 3-8 MAINPGM DATE 30/06/78 TIME 15.59.38 PAGE 0001

0001 Dimension a 15.20, 4 15, L 15
0002 Data Iread, Iwrite/1,3/
0003 Write Iwrite, 2
0004 2 Format a1a
0005 108 II n 11
0006 JJ n 18
0007 III nI I + 1
0008 Do 10 I n1, III
0009 W I n0
0010 10 L I n0
0011 Do 13 I n1, 12
0012 Do 13 J n1, 18
0013 13 A I,J n0
0014 L 2 n8
0015 L 3 n9
0016 L 4 n10
0017 L 5 n11
0018 L 6 n12

0019 L 7 n13
0020 L 8 n14
0021 L 9 n15
0022 L 10 n16
0023 L 11 n17
0024 A 1,1 n-300
0025 A 1,2 n-400
0026 A 1,3 n-600
0027 A 1,4 n-250
0028 A 1,5 n-815
0029 A 1,6 n-820
0030 A 1,7 n-3000
0031 A 2,1 n5
0032 A 2,2 n3.5
0033 A 2,3 n5.4
0034 A 2,4 n4
0035 A 2,5 n7
0036 A 2,6 n4.4
0037 A 2,7 n3
0038 A 2,18 n280000
0039 A 3,1 n0.4
0040 A 3,3 n0.84

./.

0041	A	3,5	n1
0042	A	3,7	n0.8
0043	A	3,18	n40000
0044	A	4,1	n14.2
0045	A	4,3	n11.4
0046	A	4,4	n20
0047	A	4,18	n255000
0048	A	5,5	n6.07
0049	A	5,6	n2.45
0050	A	5,18	n170000
0051	A	6,1	n83
0052	A	6,3	n84
0053	A	6,5	n96
0054	A	6,6	n107
0055	A	6,7	n190
0056	A	6,18	n4200000
0057	A	7,2	n62
0058	A	7,4	n115
0059	A	7,18	n1300000
0060	A	8,5	n1

CONTINUACION PROGRAMA

DOS FORTRAN IV 360N-FO-479 3-8 MAINPGM DATE 30/06/78 TIME 15.59.38 PAGE 0002

```
0061      A 8,6  n1
0062      A 8,18 n27000
0063      A 9,1  n1
0064      A 9,2  n1
0065      A 9,3  n1
0066      A 9,18 n7000
0067      A 10,4 n1
0068      A 10,18 n10000
0069      A 11,7  n1
0070      A 11,18 n6000
0071      DO 14  IN2,11
0072      14 A I,I+6  n1
0073      Write IWrite,16 A I,J,Jn1,18,IN1,12
0074      KKKnO
0075      22 IN1
0076      23 INI+1
0077      If I.GE.III GO TO 40
0078      If L I.NE.O GO TO 23
0079      25 DO 27  Jn1,JJ
0080      If A I,J.EQ.O. GO TO 27
```

DOS	FORTRAN	IV	360N-FO-479	3-8	MAINPGM	DATE	30/06/78	TIME	15.59.38	PAGE	0002
0081			26	A	III,J NA III,J -A I,J						
0082			27		CONTINUE						
0083					GO TO 23						
0084			40	KR	III						
0085			44	JRO							
0086				W K	RO						
0087				L K	RO						
0088			42	JRJ+1							
0089				If	J.GE.JJ GO TO 45						
0090				If	A K,K.GE.O. OR. W K.LE.A K,J GO TO 42						
0091			47	W K	RA K,J						
0092				L K	RJ						
0093					GO TO 42						
0094			45	If	L K.EQ.0 GO TO 62						
0095			46	KJRL	K						
0096				DO	120 IR2,II						
0097				If	A I,KJ. Gt.O. GO TO 121						
0098			120		CONTINUE						
0099				Write	Iwrite, 130						
0100			130	Format	5X, AUNBOUNDEDA.						
0101					GO TO 70						
0102			121	IR1							

```
0103          JKRO
0104          50 IRI+1
0105          IF I.GT.II GO TO 56
0106          IF A I,KJ.LE.O. GO TO 50
0107          51 XRA I,JJ/A I,KJ
0108          IF JK.EQ.O GO TO 53
0109          IF X.GE.XMIN GO TO 50
0110          53 XMINAX
0111          JKRI
0112          GO TO 50
0113          56 XRA JK,KJ
0114          L JK RKR
0115          DO 57 IRI,III
0116          57 W I RA I,KJ
0117          IJRK=1
0118          DO 59 IRI, Ij
0119          DO 59 JRI, JJ
0120          IF A JK,J .EQ. O. OR. WI .EQ.O. GO TO 59
```

./.

CONTINUACION PROGRAMA

DOS	FORTRAN	IV	360N-FO-479	3-8	MAINPGM	DATE	30/06/78	TIME	15.59.38	PAGE	0003	
0121			580	A	I,J	HA	I,J	-W	I	*	A	JK,J /X
0122			59	CONTINUE								
0123				I	JHJK+1							
0124				DO	61	IHIJ,III						
0125				DO	61	JH1,JJ						
0126				IF	A	JK,J	.EQ.O.	.Or.	W	I	.EQ.O.	GO TO 61
0127			600	A	I,J	HA	I,J	-W	I	*	A	JK,J/X
0128			61	CONTINUE								
0129				DO	205	JH1,JJ						
0130			205	A	JK,J	HA	JK,J /X					
0131				KKK	HKKK+1							
0132				WRITE	IWRITE,105	KKK	MA	K,JJ	,L	JK		
0133			105	FORMAT	1X,14,6X,F15.2,10X,14							
0134				GO	TO	44						
0135			62	IF	K.LE.1	GO	TO	70				
0136			63	I	JHJJ-1							
0137				DO	65	KH1, IJ						
0138				IF	A	K,J	.GT.O.OOO1	GO	TO	66		
0139			65	CONTINUE								

./.

```
0140          WRITE IWRITE,103
0141      103  FORMAT 5X, aFEASIBLEa
0142          WRITE IWRITE,101
0143      101  FORMAT 1X,aITERATION   OBJ. FUNTION   SEW BASIC   VAR.a
0144          DO 140 Jñ1, JJ
0145      140  A III,J ñ 0.
0146          K ñ 1
0147          KKK ñ 0
0148          GO TO 44
0149      66  WRITE IWRITE,6
0150          6  FORMAT 5X, aINFEASIBLEa
0151      70  WRITE IWRITE, 8 A 1,JJ
0152          8  FORMAT ///5X, aOBJ. FUNTIONa, F20.8/
0153          WRITE IWRITE, 7
0154          7  FORMAT 1X,aVARIABLE   VALUEa
0155          DO 71 Iñ2, II
0156      71  WRITE IWRITE,5 L J , A J,JJ
0157          5  FORMAT 1X, I/t, F20.8
0158          WRITE IWRITE,100
0159      100  FORMAT //// 1X,aTHE FINAL MATRIXa
0160          D) 78 Iñ1, III
```

A N E X O N º 2
SALIDAS DE COMPUTADORA

```
0161          WRITE IWRITE,150 I
0162          150 FORMAT //35X,aROW a,I2/
0163          78 WRITE IWRITE, 16 A I,J ,J#1, JJ
0164          16 FORMAT 5X, 9F14.3
0165          STOP
0166          END.
```

SOLUCIO BASE

300.00	150.00	600.00	250.00	800.00	700.00	3000.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.00	3.50	5.40	4.00	7.00	4.40	3.00	1.00	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	280000.00
0.40	0.0	0.84	0.0	1.00	0.0	0.80	0.0	1.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40000.00
14.20	0.0	11.40	20.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	255000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	6.07	2.45	0.0	0.0	0.0
0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	170000.00
83.00	0.0	84.00	0.0	96.00	107.00	190.00	0.0	0.0
0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4200000.00
0.0	62.00	0.0	115.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1300000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	27000.00
1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	7000.00
0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	10000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

OBJ. FUNTION	NEW BASIC VAR.
18000000.00	7
39600000.00	5
42942848.00	3
45336416.00	4
45534288.00	2

OBM. FUNTION 45534288.00

VALUE

1319.18969727

3520.00781250

9574.28515625

6110.06250000

5571.42578125

117168.25000000

27000.00000000

109.38452148

425.71484375

6000.00000000

S I M U C I O N 1

300.00	400.00	600.00	250.00	815.00	820.00	3000.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.00	3.50	5.40	4.00	7.00	4.40	3.00	1.00	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	280000.00
0.40	0.0	0.84	0.0	1.00	0.0	0.80	0.0	1.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40000.00
14.20	0.0	11.40	20.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	255000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	6.07	2.45	0.0	0.0	0.0
0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	170000.00
83.00	0.0	84.00	0.0	96.00	107.00	190.00	0.0	0.0
0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	420000.00
0.0	62.00	0.0	115.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1300000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	27000.00
1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	7000.00
0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	10000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	6000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

FEASIBLE

ITERATION	OBJ. FUNTION	NEW BASIC VAR.
1	18000000.00	7
2	40140000.00	6
3	41361421.00	3
4	43347136.00	2
5	45504112.00	4
6	46258928.00	5
7	46298384.00	13
8	46312432.00	16

OBJ. FUNTION 46312432.00

VARIABLE	VALUE
16	414.50805664
9	3686.63671875
13	107878.12500000
11	6653.45703125
3	5551.76562500
4	9585.48137500
6	150.09765625
2	1448.22729192
5	26849.89843750
7	6000.00000000

S I M U L A C I O N 2

CONFERENCIA DE ECONOMIA Y FINANZAS

405.00	400.00	600.00	250.00	800.00	700.00	3000.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.00	5.50	5.40	4.00	7.00	4.70	3.00	1.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	280000.00
0.10	0.00	0.84	0.00	1.00	0.00	0.80	0.00	1.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	400000.00
14.20	0.00	11.40	20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	255000.00
0.00	0.00	0.00	0.00	6.07	2.15	0.00	0.00	0.00
0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	170000.00
85.00	0.00	84.00	0.00	96.00	107.00	150.00	0.00	0.00
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	420000.00
0.00	62.00	0.00	115.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	150000.00
0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	27000.00
1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	7000.00
0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	10000.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
0.10	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	6000.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

FEASIBLE

ITERATION	OBJ. FUNCTION	NEW BASIC VAR.
1	18000000.00	7
2	39600000.00	5
3	42942848.00	3
4	43514272.00	2
5	45883904.00	4
6	45891680.00	6

OBJ. FUNCTION 45891680.00

VARIABLE	VALUE
4	9585.49218750
9	3686.64990234
6	150.12818909
11	6653.52345750
3	5551.76562500
13	107877.06250000
5	26849.87109375
2	1448.23364258
16	414.50415039
7	6000.00000000

405.00	400.00	600.00	250.00	815.00	820.00	3000.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.00	3.50	5.40	4.00	7.00	4.40	3.00	1.00	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28000.000
0.40	0.0	0.84	0.0	1.00	0.0	0.10	0.0	1.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40000.00
14.20	0.0	11.40	20.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	255000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	6.07	2.45	0.0	0.0	0.0
0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	170000.00
83.00	0.0	84.00	0.0	96.00	107.00	120.00	0.0	0.0
0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	420000.00
0.0	62.00	0.0	115.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	150000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	27000.00
1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	7000.00
0.0	0.0	0.0	1.00	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	10000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	6000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

OBJ. FUNCTION	NEW BASIC VAR.
18000000.00	7
40140000.00	6
41361424.00	3
43347136.00	2
45504112.00	4
46258928.00	5
46298384.00	13
46312432.00	16

OBJ. FUNCTION 46312432.00

VALUES

- 414.50805661
- 3686.63671875
- 107878.12500000
- 6653.15733125
- 5551.76562500
- 9585.40437500
- 150.09765625
- 1448.22729492
- 26849.89843750
- 6000.00000000

S I M U L A T I O N 4

300.00	300.00	600.00	250.00	815.00	820.00	3000.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
300.00	3.50	5.40	4.00	7.00	4.40	3.00	1.00	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	250000.00
0.40	0.0	0.84	0.0	1.00	0.0	0.80	0.0	1.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40000.00
14.20	0.0	11.40	20.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	255000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	6.07	2.45	0.0	0.0	0.0
0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	170000.00
83.00	0.0	84.00	0.0	96.00	107.00	150.00	0.0	0.0
0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4200000.00
0.0	62.00	0.0	115.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1300000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	27000.00
1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	7000.00
0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	10000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	6000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

OBJ. FUNTION	NEW BASIC. VAR.
18000000.00	7
40140000.00	6
41361124.00	3
42850704.00	2
45007680.00	4
45842304.00	5
46006656.00	1
46062304.00	13
46136864.00	16

OBJ. FUNTION	46136864.00
--------------	-------------

VALUE:

26999.98828125
3562.73046875
112134.68750000
6110.08593750
5413.30078125
9559.70703125
440.28735352
1427.38989258
99.30178833
6000.00000000

S I M U L A C I O N 5

300.00	300.00	600.00	250.00	800.00	700.00	3000.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
300.00	3.50	5.40	4.00	7.00	4.40	3.00	1.00	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	250000.00
0.140	0.0	0.84	0.0	1.00	0.0	0.80	0.0	1.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40000.00
14.20	0.0	11.40	20.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	255000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	6.07	2.45	0.0	0.0	0.0
0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	170000.00
83.00	0.0	84.00	0.0	96.00	107.00	190.00	0.0	0.0
0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4200000.00
0.0	62.00	0.0	115.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1300000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	27000.00
1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	7000.00
0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	10000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	6000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

/.

OBJ. FUNCTION	NEW BASIC VAR.
18000000.00	7
39600000.00	5
42942848.00	3
43371408.00	2
43866048.00	4
45731888.00	1

OBJ. FUNCTION 45731888.00

VALUE

9559.71093750
3562.70751953
99.30194092
6110.06250000
5473.30468750
112134.62500000
27000.00000000
1427.39184570
440.28906250
6000.00000000

S I M U L A C I O N 6

300.00	300.00	600.00	250.00	800.00	700.00	3000.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.00	3.50	5.40	4.00	7.00	4.40	3.00	1.00	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	270000.00
0.40	0.0	0.84	0.0	1.00	0.0	0.80	0.0	1.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40000.00
14.20	0.0	11.40	20.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	255000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	6.07	2.45	0.0	0.0	0.0
0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	170000.00
83.00	0.0	84.00	0.0	96.00	107.00	190.00	0.0	0.0
0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4200000.00
0.0	62.00	0.0	115.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1300000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	20000.00
1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	14000.00
0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	10000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	6000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

./.

OBJ. FUNCTION NEW BASIC VAR.

18000000.00	7
34000000.00	5
42142848.00	3
42271408.00	2
43524976.00	4

OBJ. FUNCTION 43524976.00

VALUE

17157.14453125
3800.00781250
5014.28906250
48600.06250000
13571.42578125
696784.81250000
20000.00000000
428.57421875
4985.71093750
6000.00000000

S I M U L A C I O N 7

300.00	400.00	600.00	250.00	815.00	820.00	3000.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5.00	3.50	5.40	4.00	7.00	4.40	3.00	1.00	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	250000.00
0.40	0.0	0.84	0.0	1.00	0.0	0.80	0.0	1.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	40000.00
14.20	0.0	11.40	20.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	255000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	6.07	2.45	0.0	0.0	0.0
0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	170000.00
83.00	0.0	84.00	0.0	96.00	107.00	190.00	0.0	0.0
0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4200000.00
0.0	62.00	0.0	115.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	1300000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	20000.00
1.00	1.00	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	14000.00
0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	10000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	6000.00
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

OBJ. FUNTION	NEW BASIC VAR.
18000000.00	7
34400000.00	6
40971424.00	3
42190464.00	2
43817248.00	4
43865008.00	5

OBJ. FUNTION 43865008.00

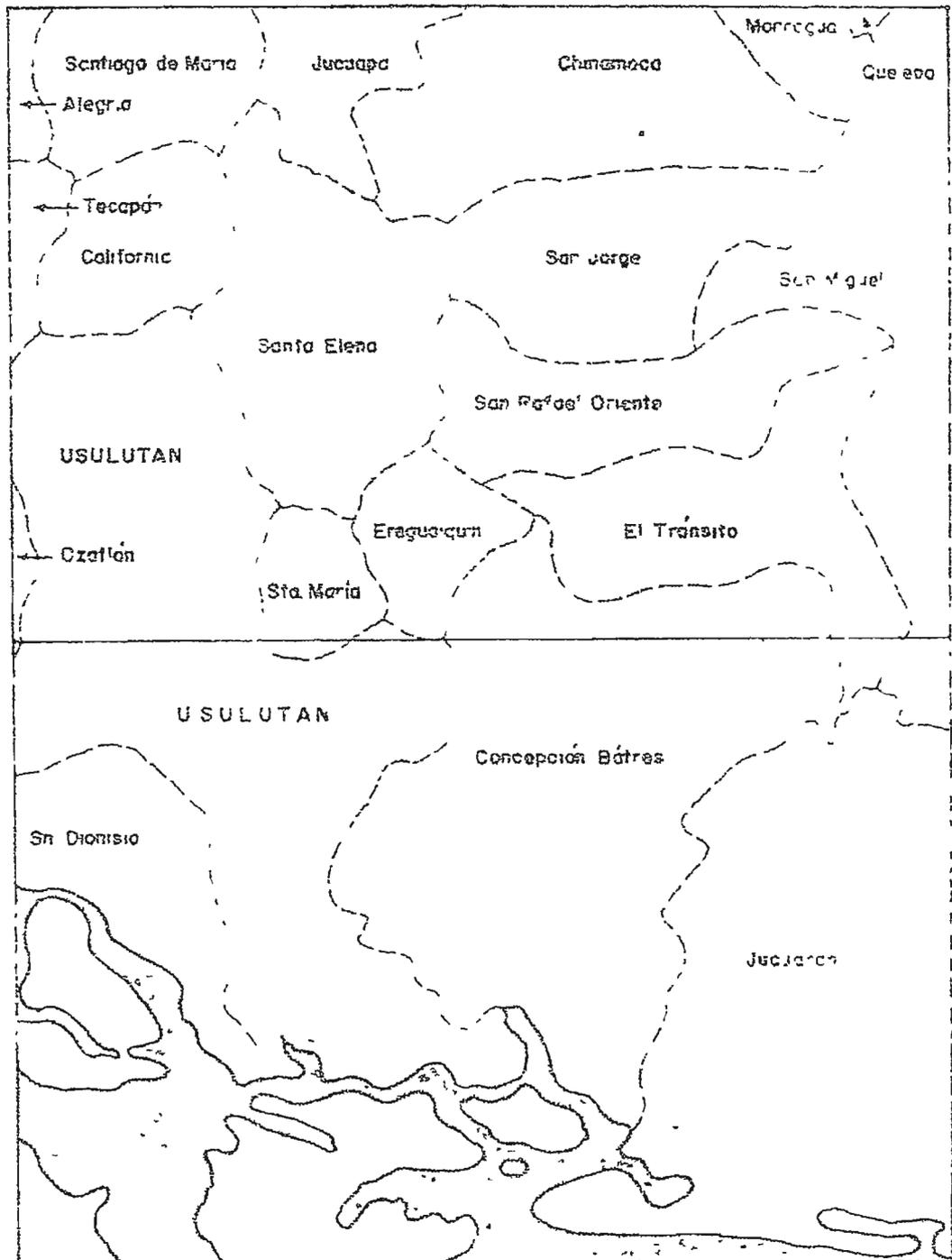
VALUE

18885.27343750
5037.36328125
5097.49218750
52635.31250000
13425.44921875
678165.31250000
1114.72656250
574.55004883
4902.50390625
6000.00000000

A N E X O N º 3

MUNICIPIOS DE LOS CUADRANTES ESTUDIADOS

MUNICIPIOS QUE INTEGRAN EL AREA DE ESTUDIO EN LOS CUADRANTES 2556-III y 2555-IV



MUNICIPIOS	AREA Kmts ²	MUNICIPIOS	AREA Kmts ²
Alegre	04 4	Tecapán	06 5
Santiago de María	01 0	USULUTAN	101 2
Jucapá	01 0	San Rafael Oriente	20 3
Chumameca	01 0	Eraguacum	48 7
Morreigua	01 0	San Jorge	13 8
Quezaco	01 0	Ozatón	09 5
Alegre	01 0	Concepción Bártres	01 5
San Miguel	01 0	Jucapá	83 8
San Jorge	25 3	Sta. María	119 0
Santa Elena	36 8	San Dionisio	34 8
Californic	3 0		

A N E X O S N° 4

*LEVANTAMIENTO GENERAL DE SUELOS EN
AREA DE ESTUDIO*

BIBLIOGRAFIA

PRIMERA PARTE

- 1- Deboissier, S.: "Técnicas de Planificación Regional", ILPZS, mimeo, 1975.
- 2- Dennis, G.: "Proyecto de Desarrollo Zonal en El Salvador", ISIC-FAO, San Salvador 1971.
- 3- El Salvador - ISTA: "Proyectos de Desarrollo Rural Integral", mimeo. 1977.
- 4- El Salvador - MAG-OEA: "Proyecto de Zonificación Agrícola", Fase I, Washington, 1974.
- 5- El Salvador - MAG-OEA: "Proyecto de Zonificación Agrícola", Fase II, Washington, 1978.
- 6- El Salvador - MAG: "Plan de Operaciones", Proyecto de Zonificación Agrícola, Fase III, borrador, Marzo 1978.
- 7- Maza Zavala, R.: "Teoría Macroeconómica", mimeo, Universidad de El Salvador.
- 8- Osorio, C.: "Curso Regional de Desarrollo Rural Integrado, CEA-SGCNPE, Conferencias, Guatemala, 1978.

SEGUNDA PARTE

- 1- Bleri H: "Álgebra lineal y Métodos de Cálculo de Optimizar", mimeo, Universidad de El Salvador, 1975.
- 2- Chan S. Kuo: "Computer Applications of Numerical Methods" University of New Hampshire, Ed. Addison-Wesley Publishing Company, USA, 1972.
- 3- El Salvador - MAG: "Estadística Agropecuarias, 1964 - 1978"
- 4- El Salvador - MAG: "El Empleo Agropecuario en El Salvador", 1975.

- 5- El Salvador - MEC: Tercer Censo Nacional Agropecuario, 1973.
- 6- El Salvador - MEC: Cuarto Censo Nacional de Población, 1973.
- 7- CAPICA - FAO: "Perspectivas para la Integración de la Agricultura en Centro América", SIECA, Guatemala, 1974.
- 8- Feldman J.: "Introducción a la Administración Rural", Centro Nacional de Productividad, México, 1969.
- 9- Kantorovich, L.: "Asignación de Recursos", Edit. Faber, Argentina, 1969.
- 10- Leftwich, R.: "Sistema de Precios y Asignación de Recursos", Oklahoma University, Edit. Interoamericana, México 1972.
- 11- Nemshinov, O.: "The Use of Mathematics in Economics", North Holland Publishing Company, Massachusetts Institute of Technology Press, 1964.
- 12- Nivsky, I.: "Algebra Lineal", Edit Siglo XXI, México, 1968.
- 13- Pomareda, C.: "Modelos de Programación Lineal para el Análisis del Sector Agrícola de Centro América, Mimeo, SIECA, Guatemala, 1976.
- 14- Pomareda, C., DeLoy, J. y otros: "Modelos Matemáticos Aplicados al Planeamiento Agrícola, Mimeo, Brasil, 1976.