

PLANEACION REGIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES DE ZONAS ARIDAS Un enfoque de Sistemas*

Jorge Galo Medina Torres¹
Roberto Armijo Tamez²
Víctor Blanco Icazbalceta³

RESUMEN

En el presente trabajo se examinan algunos conceptos relacionados con el proceso de planeación de recursos naturales de las zonas áridas, en los que el hombre juega el doble papel de beneficiario y tomador de decisiones.

A la luz de los resultados experimentales en la implementación de programas de desarrollo, se observa que los beneficios esperados raramente alcanzan los objetivos sociales y económicos de los sectores más marginados. Esto pone de manifiesto la necesidad de nuevos enfoques para el logro de las metas de desarrollo regional. La tecnología agropecuaria generada debe acoplarse a los patrones socioculturales de los productores que son sujetos y objetos del desarrollo, así como a la realidad biológica y capacidad sustentadora

* Durante el período de realización del presente proyecto participaron conjuntamente las siguientes instituciones: Departamento de Recursos Naturales Renovables de la UAAAN, a través del proyecto de desarrollo 311 Planeación y uso de los Recursos Naturales; Centro de Investigación de Química Aplicada, programa de análisis de sistemas BID-CONACYT; y programa de empleo cooperativo para el fomento de recursos naturales renovables STPS-SARH-COPLAMAR, a través de la Coordinación Regional Coahuila

1 Ph.D. Maestro-Investigador del Depto. de Recursos Naturales Renovables, Div. Ciencia Animal UAAAN

2 Ph.D. Centro de Investigación de Química Aplicada

3 Ing. Comisión Técnica para el Programa de Empleo Rural

de los recursos, de tal forma que los beneficios se prevean en todos los sectores de la sociedad.

En este contexto, se discute la aplicación del análisis de sistemas en la planeación regional de los recursos naturales en términos de:

1. La satisfacción de los requisitos y demandas sociales.
2. La identificación de estrategias óptimas de manejo.
3. La asignación eficiente de los recursos limitantes de tierra, mano de obra y capital.

INTRODUCCION

La heterogeneidad geográfica del país, ha sido factor determinante del desigual crecimiento, dispersión de recursos y concentración de la riqueza, que las distintas zonas presentan entre sí. Ello conlleva, de manera implícita, la necesidad de encontrar nuevas fórmulas para un desarrollo regional más congruente con las limitantes naturales, condiciones socioeconómicas y disponibilidad de tecnologías, para cumplir con 3 metas fundamentales.

1. Satisfacer las necesidades básicas de la población.
2. Aprovechar las potencialidades económicas de la región.
3. Conservar, mejorar y restaurar el ambiente del hombre.

Desde el punto de vista regional, las zonas áridas del Norte de México constituyen uno de los aspectos más amplios y marginados del país, caracterizado por un bajo nivel de productividad, alta degradación ambiental, bajos insumos tecnológicos y una declinación generalizada de los niveles de vida. Entre las causas fundamentales de esta problemática destacan 2 aspectos principales: 1) la implementación de acciones resultantes de planes aislados que no han considerado el proceso productivo completo, y 2) la ausencia de mecanismos que permitan adecuar los planes y políticas nacionales a las necesidades, limitantes y potenciales regionales. Sin embargo, es más criticable la falta de estudios que permitan mejorar las políticas y objetivos para la aplicación de la ciencia y la tecnología en el desarrollo regional (Declijer, 1979). De ello resulta que la forma más viable para entender y contribuir al desarrollo de las zonas áridas, es diseñar estudios que tengan por objeto la región como tal. En esto se coincide con Parra *et al.* (1982) quienes concluyen que:

“ . . . la región es la unidad de estudio mínima en la cual se puede estudiar el proceso de producción global . . . el ciclo completo de la producción inmediata . . . ”

Dentro de este contexto, la cuestión importante es que la unidad de estudio contenga internamente las principales interrelaciones que se desean estudiar, así como las estructuras básicas para analizar el fenómeno en particular (De la Peña, 1979).

La inherente complejidad de los problemas de los recursos naturales, adquiere mayores dimensiones al enfocarse desde un punto de vista regional. Al respecto Armijo *et al.* (1982) señalan que el manejo integral de los recursos renovables, debe entenderse como un proceso de toma de decisiones en condiciones inciertas, orientado a elaborar estrategias de uso múltiple, y a producir en forma sostenida los elementos indispensables para generar los bienes y servicios requeridos. Como tal, se inserta dentro de la categoría de problemas que son el objeto de estudios de preparación de decisiones públicas y que solamente pueden abordarse desde la perspectiva o enfoque de sistemas (Medina *et al.* 1982).

El análisis de sistemas, en su concepción más amplia, es un cuerpo de técnicas y teorías orientadas al estudio de problemas complejos, que pueden verse como un todo o unidad compuesta de rutas de causa y efecto interconectadas (Watt, 1966). En este contexto, la identificación de estrategias y de oportunidades para el desarrollo regional, requiere necesariamente de la formulación de un modelo que sirva de apoyo a la toma de decisiones, evite la acumulación de información innecesaria y costosa, y simplifique la complejidad inherente del ecosistema.

El objetivo fundamental de este estudio, fue construir un modelo que permitiera seleccionar opciones de manejo de los recursos, tomando en cuenta la estructura de preferencias de los beneficiarios, las limitantes ecológicas y el potencial económico. A partir de este objetivo, el estudio se centró en 2 supuestos básicos: 1) la construcción de un modelo ayudará a detectar opciones de manejo de los recursos que fomenten una actividad económica rentable a corto y mediano plazo en las comunidades rurales, y 2) las opciones de manejo identificadas pueden ser agrupadas a nivel regional para integrar actividades de producción a escala regional.

REVISION DE LITERATURA

La aplicación del Análisis de Sistemas a la planeación de recursos naturales, requiere que el planificador incorpore sus objetivos de manejo en un marco matemático, de tal forma que las decisiones a tomar se basen en los objetivos y restricciones impuestas por los recursos disponibles (Swartzman, 1972). El Análisis de Sistemas tiene como propósito fundamental el encontrar soluciones a los problemas de manejo, decisión o administración, a través del análisis cuantitativo formal (Plane y Mc Millan, 1971).

La elaboración de modelos matemáticos, para sistemas de recursos naturales, permiten asimilar y entender los conocimientos actuales, de manera que puedan representarse en forma abstracta las relaciones y propiedades más relevantes de los fenómenos estudiados. Los modelos ayudan a explicar procesos, entender reacciones desconocidas, predecir tendencias y facilitar la visualización de aspectos críticos para la investigación y manejo (Medina *et al.* 1982).

Toda vez que un problema desea estudiarse a través del análisis de sistemas, se hace necesario traducir la información conocida (conceptual, verbal, empírica, descriptiva) a un lenguaje matemático formal. Este proceso involucra fundamentalmente las siguientes fases, según Shannon (1975).

1. Definición de los propósitos del modelo.
2. Determinación de los componentes o subsistemas en que se puede descomponer el modelo básico.
3. Identificación de los parámetros y variables asociadas con los componentes del modelo.
4. Especificación de las relaciones funcionales entre los componentes, variables y parámetros.

Asignación Óptima de Recursos

El problema de asignación de recursos, es en sí un problema de programación matemática. Bajo este rubro se agrupan aquellas técnicas o métodos matemáticos de optimización, cuyo propósito es encontrar la mejor decisión para un problema determinado (Beer, 1966). Esto es, a partir de un conjunto de variables y restricciones iniciales, se intenta encontrar una solución factible y óptima. Una de las técnicas originales y más efectivas, es la programación lineal, que fue la primera en desarrollar un algoritmo de solución que pudo ser resuelto a través de la computadora: el método Simplex (Clough, 1963). A la programación lineal le concierne el problema de asignar, de manera óptima, recursos escasos entre actividades competitivas (Clayton y Moore, 1972). Para ello, todos los objetivos o metas de manejo deben reducirse a un solo objetivo, es decir, a un criterio uni-dimensional. Además, el uso de esta técnica implica 4 suposiciones básicas (Hillier y Lieberman, 1974): 1) todas las funciones matemáticas son lineales (linealidad); 2) todas las variables del sistema se conocen a la perfección (determinismo); 3) todas las variables son mayores o iguales a cero (no-negatividad); 4) los valores de las variables pueden ser cualquier número positivo, real o entero (continuidad).

Algunos autores (Schreuder *et al.* 1979; Walters y Hilborn, 1978) han considerado a la programación de poco valor en la planeación del uso de los

recursos o solución de problemas de manejo ecológico. La razón principal de ello se debe a que los modelos de programación lineal tienen poca riqueza al nivel conceptual. Sin embargo, dados un marco metodológico y ambiente conceptual adecuados, los modelos de programación lineal han probado ser herramientas sumamente valiosas en la teoría de decisiones (Bare, 1971, Bartlett, 1974; Jameson, 1979). Un modelo de este tipo fue propuesto por D'Aquino (1974), por su pertinencia en el cumplimiento de 3 metas de manejo de recursos, desde el punto de vista de su utilidad pública. 1) satisfacción de las demandas de la sociedad; 2) selección de alternativas para cumplir con las demandas sociales sin rebasar las limitantes ecológicas, y 3) asignar en forma óptima, los recursos escasos de tierra, mano de obra y capital. Este modelo genera un conjunto de alternativas de manejo y productos, que corresponde a un óptimo económico, pero sujeto a restricciones sociales y ecológicas.

Programación de Metas

A diferencia de la programación lineal, la técnica de programación de metas propuesta por Charnes y Cooper (1961), permite asignar recursos considerando en forma simultánea varios objetivos o metas de manejo. Este enfoque ha sido utilizado en bosques (Field, 1973; Schuler *et al.* 1977), pastizales (Bottoms y Bartlett, 1975), cuencas hidrológicas (Goicoechea *et al.* 1976), y planeación del uso del suelo (Dane *et al.* 1977).

Bell (1977) indica que existen 2 tipos básicos de algoritmos computacionales en la aplicación de la programación de metas: 1) la programación lineal estandar, y 2) la programación de Lee (1972). La primera permite evaluar solamente las metas de acuerdo a su importancia, sin considerar prioridades jerárquicas. El programa de Lee (1972) permite presentar prioridades, además de la ordenación cardinal o valores ponderados dentro de un mismo nivel de prioridades. Este procedimiento, conocido como metas prevaciadas, asegura que una meta de alta prioridad pueda ser satisfecha antes de considerar otra de menos prioridad. De ello se desprende que este procedimiento sea mucho más completo y atractivo que el primero. Sin embargo, el método presenta 3 limitantes básicas: 1) está restringido a menos de 125 actividades; 2) demanda mucha capacidad de almacenamiento de computadora; y 3) es ineficiente en el tiempo de procesamiento en la computadora. Las modificaciones realizadas por Bartlett *et al.* (1976) han solucionado los problemas de ineficiencia y tamaño del programa, lo cual permite aplicar la programación de metas a los casos siguientes: a) problemas con metas múltiples; b) problemas con metas individuales y submetas múltiples; c) problemas con metas múltiples incompatibles e inconmensurables; d) problemas con metas múltiples y submetas múltiples.

El paso más importante, sin embargo, en el desarrollo de un modelo de programación de metas, es el análisis de metas, el cual tiene 2 funciones principales: 1) el análisis de desviaciones, y 2) el establecimiento de prioridades (Gibbs, 1973). En el primer caso se requiere que el programador analice cada meta individualmente, a fin de determinar si se puede sublograr (desviación negativa) o sobrelograr (desviación positiva) sin efectos perjudiciales. La segunda función demanda un mayor esfuerzo. Primero, las metas se jerarquizan en orden de importancia. En seguida se les asigna un peso cuantitativo según el orden de importancia. Después, a las variables de desviación para las cuales un sublogro o sobrelogro es satisfactorio, se les asigna una prioridad cero, mientras que al resto se les asigna su peso correspondiente de acuerdo a su ordenación.

El modelo generalizado de programación de metas se puede representar matemáticamente como:

Minimizar $Z = \sum d^- + \sum d^+$ en el orden de prioridad asignado y sujeto a.

$$Ax + d^- - d^+ = b$$

$$x, d^-, d^+ \geq 0$$

donde:

- b = vector de restricciones y niveles deseados de las metas (valor del lado derecho de la ecuación)
- d^-, d^+ = representa los vectores de las desviaciones negativas y positivas de las metas propuestas
- x = es el vector que contiene las alternativas de manejo (variables decisionales)
- A = es la matriz de coeficientes
- Z = función objetivo (suma de desviaciones positivas y negativas de cada nivel de metas)

MATERIALES Y METODOS

Area de Estudio

La delimitación de la región estudiada se fundamentó en la necesidad de representar la diversidad ecológica del Desierto Chihuahuense; para ello, se ubicó un área con 3 unidades fisiográficas de cobertura regional. 1) Laguna de Mayrán, 2) Pliegues Saltillo-Parras, y 3) Sierra Transversal (Figura 1).

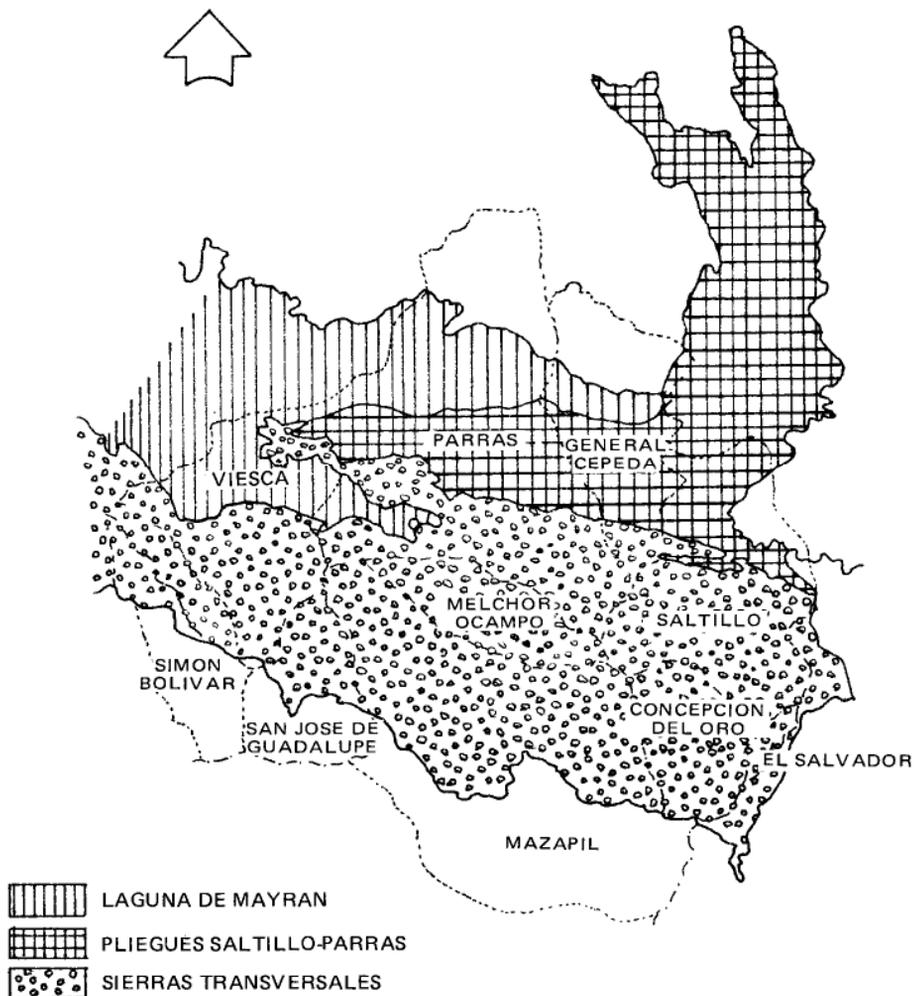


Figura 1. Unidades fisiográficas de la región estudiada

Estructura y Formulación del Modelo

La estructura general del modelo de asignación de recursos corresponde a la de programación de metas, lo cual permitió formular y evaluar más de un objetivo simultáneamente. En la Figura 2 se presenta la estructura matricial del modelo en la que se señalan sus principales componentes. La información requerida para cada componente se compiló a partir de los resultados y de las investigaciones y experimentos realizados en la región por diversas instituciones, principalmente la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, el Centro de Investigación de Química Aplicada, y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Asimismo, se apoyó en información obtenida de encuestas socio-económicas e inventarios agroecológicos a nivel predial, y entrevistas con productores, técnicos e investigadores de la región.

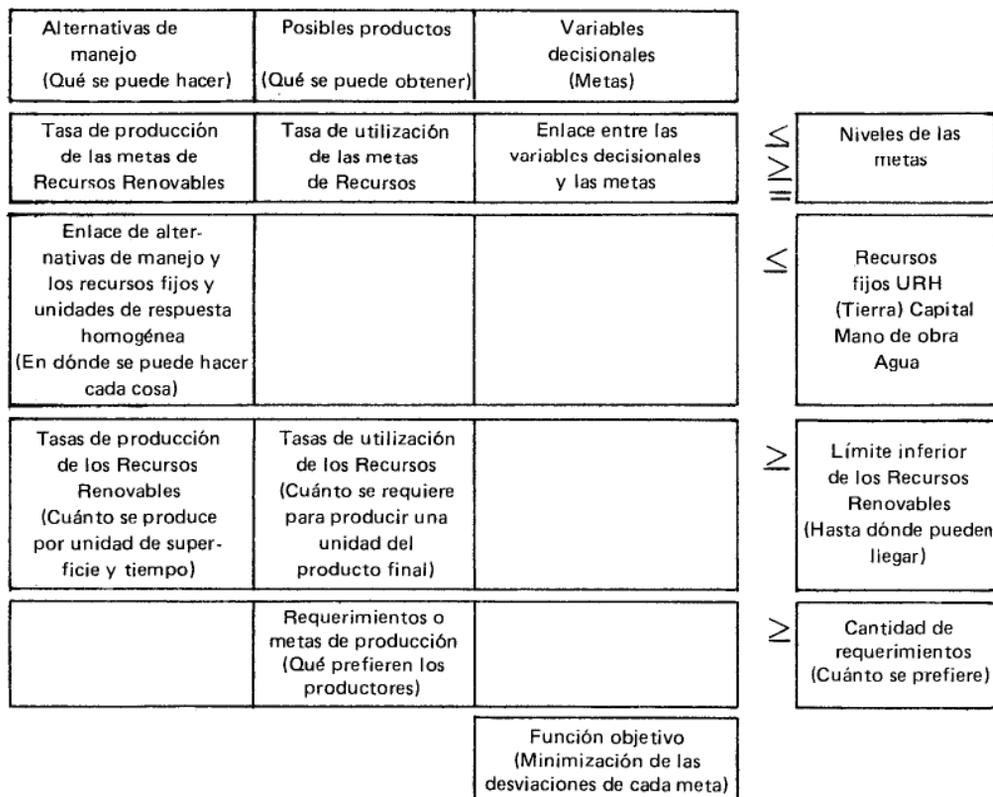


Figura 2. Estructura general del modelo de asignación de recursos de metas múltiples.

En este proceso de síntesis, se reconocieron 32 unidades de respuesta homogénea (sectores con características similares y que responden de manera homogénea a un mismo tratamiento de uso), asimismo se identificaron 145 alternativas de manejo y 23 productos esperados potenciales. La región estudiada comprendió 4 121 802 hectáreas, que debido a su alto grado de heterogeneidad se agrupó en 3 sub regiones: Coahuila, Durango-Coahuila y Zacatecas-Coahuila.

Participantes

Por su naturaleza, el presente estudio fue interinstitucional e interdisciplinario, distinguiéndose 3 categorías de participantes:

1. Los beneficiarios, representados por los campesinos organizados en Sociedades Cooperativas de Participación Estatal, constituidas a partir de 1980 como parte del Programa de Capacitación y Empleo Cooperativo para el Fomento de Recursos Naturales STPS-SARH-COPLAMAR.

2. Los investigadores, que agrupa a las instituciones y científicos de diferentes especialidades que participaron en el diseño e implementación del proyecto, y que desempeñaron un doble papel: 1) especialistas en bio-recursos, que fue cubierto por el personal académico de los Departamentos de Recursos Naturales Renovables, Riego y Drenaje, Producción Animal, Fitomejoramiento y Sub-Dirección de Desarrollo, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y 2) integradores del análisis de sistemas, que fue cubierto por el personal del proyecto Análisis de Sistemas de Zonas Áridas (CONACYT-BID) del Centro de Investigación de Química Aplicada.

3. Ejecutores, que representan a los funcionarios, en sus diversos niveles, del Programa de Capacitación y Empleo Cooperativo COPLAMAR.

RESULTADOS Y DISCUSION

La aplicación del modelo permitió realizar un análisis del potencial de cada sub región en función de la disponibilidad de mano de obra. Asimismo, facilitó la identificación de oportunidades para integrar el sector primario con el secundario. De este análisis se desprende que cada sub región muestra características diferentes, que conducen a favorecer la especialización de la misma en direcciones complementarias.

El Cuadro 1 contiene un resumen de los resultados generados por el modelo, en términos de la producción esperada óptima, de acuerdo con el criterio económico de máximo beneficio. Representa, por lo tanto, el perfil de lo

Cuadro 1. Perfil de producción anual de las diversas sub regiones de acuerdo con el modelo de asignación de recursos y bajo un criterio económico.

Producto	Sub regiones		
	1	2	3
Piñón (ton)	608.625	0.0	137.4
Leña (m ³)	55 485	27 000	1 365 000
Madera (m ³)	6 075 000	0.0	156 400
Vacas (UAA)	42 045	43 095	23 805
Cabras (cab.)	125 265	108 060	92 865
Fibra Yucca (ton)	161.7	0.0	161.2
Creosota (ton)	3 472.5	1 377.4	8 128.0
Cera (ton)	4 208.4	1 440.0	0.0
Frijol (ton)	34 401	34 575	57 000
Queso (ton)	485.5	397.8	352.1
Hule (ton)	63	45	12.6
Maíz (ton)	37 710	33 330	11 700
Aglomerados fibra (m ²)	105 900	52 500	68 800

que las diversas sub regiones generarían al someterse a un manejo con objetivos económicos exclusivamente. Este tipo de análisis permite identificar posibles oportunidades económicas que orienten las políticas de producción regionalmente. Los diversos niveles de producción de cada una de las sub regiones, determina el grado de especialización a lo que bajo un óptimo económico se puede llegar. Así, la sub región 1 tiene un potencial mayor en los aspectos agropecuarios y de industrialización de la fibra para aglomerados celulósicos. La inclusión de este último producto en el perfil de la sub región en el lugar de la fibra sin procesamiento, tiende a indicar la conveniencia económica de esta alternativa. El mercado nacional en el renglón de aglomerados celulósicos es deficitario y el nivel de importación asciende a los 100 millones de ton/año, de manera que la oportunidad existe al igual que el potencial. La sub región 2, dada su base de recursos, está orientada hacia los aspectos agropecuarios en forma preferente. No está claro cómo podría estructurarse una estrategia productiva agroindustrial a esta escala, dado que los niveles de producción óptimos son inferiores (aglomerados, creosota) al de las otras dos sub regiones. En cuanto a la tercera sub región, es notorio los bajos niveles de producción del ganado y los cultivos básicos, sin embargo, es evidente el gran potencial agroindustrial-silvícola que se tiene en cuanto a colchas, creosota y madera (postas).

De acuerdo con el análisis llevado a cabo, se pueden identificar las siguientes estrategias para cada una de las sub regiones.

Sub región 1. (Coahuila). El fomento de la actividad agroindustrial de procesado de fibra lechuguilla y resina de gobernadora, tiene que darse en forma paralela a una racionalización de la actividad pecuaria y agrícola. Esto implica, dentro del marco de una estrategia de desarrollo rural integral, lo siguiente:

1. La estructuración de formatos viables de organización para establecer cooperativas ganaderas a nivel ejidal y con una relación sub regional o micro-regional, es decir, un grupo de ejidos dentro de una cuenca.

2. La selección de comunidades rurales con vista a convertirse en centros de desarrollo, para localizar las empresas agroindustriales de aglomerados celulósicos, es necesario, definir el esquema de organización, recepción de materia prima y comercialización, para evitar situaciones análogas a las existentes actualmente.

3. La tecnificación de los cultivos básicos bajo condiciones de temporal, sin requerir de grandes niveles de insumos (fertilizante, semilla mejorada, etc.), pero sí emplear un mejor manejo del agua, prácticas de preparación, etc. a lo cual se le ha dado poco énfasis.

Lo anterior no implica que no existan otras oportunidades que generen ingresos (recursos no renovables, turismo, etc.), las cuales no se analizarán en el presente trabajo.

Sub región 2. (Durango-Coahuila). La racionalización de la actividad agropecuaria es la estrategia base de esta sub-región, la cual tiene una de las contribuciones marginales más pequeñas de las tres. Esto implica que:

1. Se le debe dar máximo énfasis a integrar la agricultura (temporal y riego) dentro de un sistema agropecuario, en el cual los esquilmos de un componente se empleen integralmente en el otro y, a su vez, los subproductos pecuarios se integren dentro del componente agrícola. El énfasis para este sistema debe darse al ganado caprino, dada la flexibilidad en su dieta.

2. Aunado a esto se puede dar igual énfasis a tecnificar la agricultura de temporal, como mejorar el manejo del ganado caprino, aprovechando la leche de este último para procesamiento en quesos o dulces. Un esquema de interacción entre cooperativas —ganaderas y agrícolas— puede servir para integrar el sistema a un nivel sub regional.

3. El fomento de especies forrajeras que ayuden a incrementar la capacidad sustentadora de este ecosistema, proporcionaría empleo productivo a la mano de obra que, dado las pocas opciones productivas, tienen un costo de oportunidad muy bajo.

Sub región 3. (Zacatecas-Coahuila). El potencial silvoagropecuario de esta región provee las bases para un programa de desarrollo integral. Las estrategias deberán contemplar, entre otras, los siguientes aspectos:

1. Impulso a las agroindustrias de aglomerados de fibra y la resina de gobernadora; el potencial de este último es el más alto de las 3 regiones. Lo crucial en estos rubros es el esquema de organización del sistema productivo, el cual puede ser estructurado de tal forma que evite los vicios de otras actividades homólogas.

2. Fomento a la actividad pecuaria, a través de cooperativas ganaderas que propicien el manejo conjunto de comunidades vegetacionales forrajeras dentro de micro regiones.

Está claro que las direcciones que se proponen pueden resultar obvias para muchas personas que han trabajado en otras regiones, sin embargo, es importante recalcar que éstas se desprenden de un proceso sistemático, el cual partió asimilando esta experiencia y evitando sesgos personales de soluciones favoritas.

CONCLUSIONES

El estudio regional de los recursos naturales, utilizando la programación de metas como una herramienta cuantitativa y análisis de sistemas, permitió organizar y estructurar la información disponible relacionada con la capacidad sustentadora de los recursos, respuestas biológicas esperadas de diversas actividades del uso de la tierra e impacto económico de las diferentes estrategias de manejo de los recursos naturales. Mediante este enfoque es factible diseñar planes de manejo que incorporen restricciones y criterios múltiples (económicos, sociales y ecológicos), que puedan ser analizados para determinar el nivel de conflicto existente para el uso combinado de los recursos regionales.

Como herramienta de apoyo a la toma de decisiones, el presente enfoque resulta de suma utilidad para entender el proceso de planeación del uso de la tierra con respecto a metas regionales, inventario de recursos, alternativas de manejo y asignación óptima de los recursos limitantes.

BIBLIOGRAFIA

- Armijo, T.R., J.G. Medina T., D.A. Jameson y R. Nava C. 1982. Manejo integral de recursos renovables. *Ciencia y Desarrollo*, 47:110 - 119
- Bare, B.B. 1971. Applications of operations research in forestry management: a survey. *Quantitative Science Paper No. 26*, Center for Quantitative Science in Forestry, Fisheries and Wildlife, University of Washington, Seattle. 57 pp.
- Bartlett, E.T. 1974. A decision aiding model for planning optimal resource allocation of water basins. Ph.D. Dissertation. Tucson. The University of Arizona. 132 pp.
- Bartlett, E.T., K.E. Bottoms y R.P. Pope. 1976. Goal. Multiple objective programming. *Coll. for and Nat. Res. Range Sci. Fort Collins, Colo. Department Range Science. Series No. 21. p 157.*
- Beer, S. 1966. *Decision and control*. New York. John Wiley and Sons. 556 pp.
- Bell, E.F. 1977. Mathematical programming in forestry. *J. Forestry*, 75:317-319.
- Bottoms, K.E. y E.T. Bartlett. 1975. Resource allocation through goal programming. *J. Range Manage.* 28:442 - 447.
- Charnes, A. y W.W. Cooper. 1961. *Management models and industrial applications of linear programming*. New York, John Wiley and Sons. 471 pp.
- Clayton, E.R. y L.J. Moore. 1972. Goal vs. linear programming. *Journal of Systems Management*, 23(11):26 - 31.
- Clough, D.J. 1963. Linear programming. Chapter 13. In *Concepts in Management Science*, pp. 324-338.
- Dane, C.W., N.L. Meador, and J.B. White. 1977. Goal programming in land-use planning. *J. Forestry*, 75:325-329.
- D'Aquino, S.A. 1974. A case study for optimal allocation of range resources. *J. of Range Management*, 27:228-233.

- Decijer, S. 1979. The I.Q.O. under development countries and the jones intelligence doctrine. *Technology in Society*. Vol 1. pp. 239-253.
- De la Peña. S. 1979. El modo de producción capitalista. Teoría y método de investigación. México. Siglo XXI Ed. 246 pp.
- Field, D.B. 1973. Goal programming for forest management. *Forest Science*. 19(2): 125-135.
- Gibbs, T.E. 1973. Goal programming. *Journal of Systems Management*. 24(5): 38-41.
- Goicoechea, A., L. Duckstein, and M.M. Fogel. 1976. Multiobjective programming in watershed. *Water Resources Research*. 12:1085 - 1092.
- Hillier, F.J. y G.J. Lieberman. 1974. *Operations research*. San Francisco. Holden-Day, Inc. 800 pp.
- Jameson, D.A. 1979. Natural resource management analysis recurrent models and new directions. *ISEM Journal* 1(1-4):5 - 47.
- Lee, S.M. 1972. *Goal programming for decision analysis*. Averbach Publ. Inc. Philadelphia, 363 pp.
- Medina T., J.G., R. Armijo T. y R. Nava C. 1982. Modelos de manejo de ecosistemas. Saltillo, México. CIQA-ASZA. RO/16-82.
- Parra, V.M.; M. Perales R. y E. Hernández X. 1982. Desarrollo histórico del concepto de región y su aplicación en México. *Rev. de Geografía Agrícola (Análisis Regional de la Agricultura)*. Chapingo, México. Universidad Autónoma de Chapingo. 2:7 - 31.
- Plane, D.R. y C. McMillan, Jr. 1971. *Discrete optimization*. New Jersey. Prentice-Hall, Inc. Englewoods Cliffs. 251 pp.
- Schreuder, G.F., K. Rustagi and B.B. Bare. 1979. Some methodologies employed in wiloland use planning. *Seminario Planeación Ecológica Regional del Uso de la Tierra*. Xalapa, México. Instituto Nacional de Inv. sobre Rec. Bióticos. 28 pp.
- Schuler, A.T., H.H. Webster y J.C. Meadows. 1977. Goal programming in forest management. *J. Forestry*. 75:320 - 324.

Shannon, R.E. 1975. Systems simulation. The art and science. N.J. Prentice-Hall, Inc. Englewoods Cliffs. 387 pp.

Swartzman, G.L. (Ed) 1972. Optimization techniques in ecosystem and land use planning U.S. International Biological Program Grassland Biome Technical. Fort Collins, Colo. Report. No. 143. 164 pp.

Walters, C.J. and R. Hilborn. 1978. Ecological optimization and adaptive management. Ann. Rev. Ecol. Syst. 9:157 - 188 pp.

Watt, K.E.F. (Ed). 1966. Systems analysis in ecology. New York. Academic Pres. 276 pp.