

## SISTEMA DE EVALUACION Y MANEJO INTEGRAL PARA PREDIOS GANADEROS DEL SUR DE COAHUILA\*

Jesús E. Cantú Brito<sup>1</sup>  
Ricardo Vásquez Aldape<sup>2</sup>  
Jorge G. Medina Torres<sup>3</sup>  
Roberto Armijo Tamez<sup>4</sup>

### RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el Rancho demostrativo Los Angeles de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual se localiza a 48 km al sur de la Ciudad de Saltillo, Coah., y comprende una superficie aproximada de 6 704-39-62 ha divididas en 20 potreros de diferentes tamaños, y 3 áreas de temporal.

El objetivo fundamental fue formular y correr un modelo de asignación de recursos para el Rancho en cuestión. El trabajo consistió en 3 etapas que se desarrollaron de la siguiente manera: La primera consistió en obtener información de campo concerniente a producción de materia seca, coberturas, análisis bromatológico de 6 especies clave y el uso de los potreros por el ganado a través del año 1983. La segunda consistió en formular el modelo de recursos, en base a la información de campo obtenida, para la cual se tomaron 2 épocas marcadas de uso en el Rancho: la época seca de 8 meses de duración y la época verde de 4 meses de duración. Se utilizaron 20 URH

1 Tesista M.C.

2 Ing. M.S., 3 y 4 Ph.D. Maestros Investigadores del Depto. de Recursos Naturales Renovables, Div. Ciencia Animal, UAAAN.

4 Titular del Proyecto Análisis de Sistemas en Zonas Áridas. CIQA, BID, CONACYT.

\* Trabajo de tesis presentado para obtener el grado de M.C. de 1.



(Unidades de Respuesta Homogénea) y se implantaron 42 alternativas de manejo con 19 productos, para formar un total de 61 variables. La tercera etapa consistió en correr el modelo de asignación de recursos con objetivos múltiples en la computadora.

Después de considerar las restricciones impuestas por la capacidad sustentadora del predio y la disponibilidad de mano de obra, se corrieron diferentes escenarios de desarrollo, los cuales fueron: escenario libre empresa (óptimo económico); escenario 2 (restricción severa de mano de obra), escenario 3 (restricción moderada de mano de obra), escenario 4 (restricción ligera de mano de obra); y escenario 5 (sin restricción de mano de obra).

El escenario 4 fue el que mostró los mejores resultados, de acuerdo a las necesidades de los encargados de la toma de decisiones. Para este escenario se impuso una restricción de mano de obra de 2 254 jornales, que son los máximos utilizados, y las metas a alcanzar con sus respectivas prioridades fueron las siguientes:

Prioridad	Metas
1	Obtener mayor o igual que cero el número de animales, en el ajuste de las épocas verde a la seca
2	Las unidades animal deberán ser menor o igual a 300 para cada época
3	La utilidad neta a obtener deberá ser mayor o igual a \$ 6 000 000.00

Las metas 1 y 2 fueron completamente alcanzadas, mientras que la meta 3 se alcanzó a 5 718 334.00.

## INTRODUCCION

Las empresas ganaderas, cualquiera que sea su estructura social o económica, requieren para un buen funcionamiento, de la evaluación y medición de un gran número de factores, siendo la administración, el manejo de pastizal y el manejo del ganado, los 3 rubros principales a considerar, en la toma de decisiones.

El manejo global de un predio ganadero implica el mejoramiento y conservación de los recursos, planeación del cuidado que habrá de darse al ganado, planeación del manejo del pastizal, compras, ventas, construcciones y una amplia diversidad de actividades, que ponen en juego la habilidad del administrador.

Ante la falta de sistemas de planeación que sean de amplia utilidad para el manejo y administración de predios ganaderos, el presente trabajo tiene a plantear un proceso de planeación por medio de un modelo de asignación de recursos, con el fin de apoyar la toma de decisiones en la optimización del uso de los recursos.

### **Objetivos**

El objetivo general consiste en aplicar un modelo de asignación de recursos con metas múltiples, en el proceso de toma de decisiones, para la planeación y administración de predios ganaderos.

Los objetivos específicos son:

1. Diseñar un sistema de captación de información de campo concerniente a: producción de materia seca, cobertura, análisis bromatológico y uso de potreros para el Rancho Los Angeles, considerado como Rancho tipo.
2. Formular un modelo de asignación de recursos con metas múltiples, bajo las condiciones del Rancho Los Angeles.
3. Aplicar el modelo de asignación de recursos para el planteamiento de alternativas de optimización del uso de los recursos del Rancho Los Angeles, y buscar la extrapolación de éste a predios con características similares de operación.

La hipótesis formulada, está dirigida a comprobar que es factible, con el uso de un modelo de asignación de recursos, respaldar y optimizar el proceso de toma de decisiones en la planeación y administración del manejo de predios ganaderos.

### **Planteamiento del problema**

Muchas empresas ganaderas operan con déficit debido a que no están debidamente planeadas, lo que trae como consecuencia: pérdidas económicas, problemas ecológicos, deterioro del recurso pastizal y, en general, problemas de baja producción y productividad.

A pesar de que los modelos matemáticos son siempre menos completos que los sistemas naturales, son capaces de proporcionar la información básica requerida, y de poder retener información que resulta fácilmente accesible para los encargados de la toma de decisiones, ya que la solución propuesta

por un modelo, provee de mayor información para el análisis y fundamentación de criterios en el proceso de planeación.

Por tal razón, se pretende llegar a obtener, en base a un modelo de asignación de recursos, un esquema de organización que permita, en un momento dado, obtener información concerniente al Rancho Los Angeles, y ayudar en el proceso de toma de decisiones en el manejo y administración de los recursos del mismo y, en base a esto, recabar información sobre el manejo de predios y tratar de implementar esta práctica en los predios ganaderos del Sur de Coahuila.

## REVISION DE LITERATURA

### Modelos y métodos de computación en el manejo de ranchos

El éxito de las empresas ganaderas depende de ciertos procesos bióticos y abióticos que ocurren en el medio ambiente, así como de las diferentes respuestas del animal a medios ambientes diferentes y, sobre todo, de las decisiones tomadas por el hombre, como ser inteligente y manipulador del ecosistema (Huss y Aguirre, 1979).

En la actualidad, los planificadores de ecosistemas silvoagropecuarios están obligados a tomar decisiones sobre sistemas de tal magnitud y complejidad, que con el procedimiento tradicional de selección de alternativas de manejo, es prácticamente imposible prever los posibles cambios del sistema y seleccionar los mejores sistemas (Medina, *et al.*, 1982). Para tales efectos se puede aplicar una herramienta de reciente adaptación al proceso de toma de decisiones en predios agropecuarios, esta herramienta la constituyen los modelos matemáticos y, en caso específico, la programación lineal.

Un modelo se usa para representar un estado, objeto o evento, en forma idealizada, simplificada y menos complicada que la realidad. Los modelos científicos se usan para asimilar y relacionar el conocimiento sobre la naturaleza, y representarlo en forma abstracta como una representación de la realidad para explicar los procesos que se desconozcan de un evento dado. Los propósitos fundamentales en la construcción de un modelo en general, ayudan a explicar procesos, reacciones o eventos desconocidos, para propósitos de investigación y manejo (Medina *et al.*, 1982).

El primer paso para la elaboración de un modelo matemático, aplicable para maximizar y optimizar el manejo global de un predio ganadero, consiste en hacer un inventario de recursos para saber con qué se cuenta y al mismo tiempo poder determinar bajo qué condiciones están (Taylor, *et al.*, 1979).

Los datos ecológicos del tipo generado por el modelo matemático, son de importancia primaria para el manejador de pastizales. Una serie de modelos matemáticos ecológicos fueron desarrollados bajo el título de Ranges. Los objetivos de este modelo son usar la información disponible concerniente al crecimiento de forraje del ecosistema de pastizal, como una función de las variables mayores como la temperatura y precipitación (Bradley, 1975).

### **Modelo de Asignación de Recursos**

La consideración de objetivos múltiples la planeación del uso de la tierra, es uno de los aspectos de mayor relevancia en la implementación de estrategias de manejo de los sistemas de recursos naturales.

Para la planeación de ecosistemas, con un mayor grado de complejidad, se han desarrollado un grupo de técnicas que se conocen bajo el rubro de investigación de operaciones, que se define como la aplicación de un análisis cuantitativo formal a problemas de decisión de manejo (Plane y McMillan, 1971).

Wagner (1969), menciona que, para que un programa se pueda enmarcar dentro de investigación de operaciones, se requiere de lo siguiente:

1. Toma de decisiones como aspecto primordial
2. Criterio de eficiencia económica como base de evaluación
3. Confianza en un modelo matemático formal
4. Dependencia de un computador electrónico

Una de las herramientas más comúnmente usadas en la elaboración de planes de manejo de los recursos agrícolas, pecuarios o forestales, es la programación lineal, la cual es un método para asignar recursos escasos entre actividades competitivas de una manera óptima (Medina, 1979).

## **MATERIALES Y METODOS**

El presente trabajo se llevó a cabo en el rancho demostrativo Los Angeles de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual se localiza a 48 km al sur de la ciudad de Saltillo, Coah., y comprende una superficie aproximada de 6 704-39-62 ha divididas en 20 potreros de diferentes tamaños y 3 áreas de temporal.

### **Formulación del modelo**

El criterio utilizado, para la formulación del modelo, se basó en la información obtenida de los muestreos de campo, y se acopló y ajustó a las

condiciones de operación prevalecientes en el Rancho Los Angeles durante el año 1983; se consideraron, además: las condiciones del mercado, las posibilidades económicas, la mano de obra disponible y la implementación de las diversas alternativas de manejo. Una vez realizados los ajustes necesarios, la información se agrupó en las siguientes clases: recursos fijos, productos, respuestas de manejo, demandas del rancho, y prioridades, posteriormente se formularon dentro de un modelo general.

Se implementaron 42 alternativas de manejo y 19 productos, para formar un total de 61 variables. De acuerdo a la naturaleza de los productos, éstos están dados en: kg/ha, por período para producción de materia seca, kg/ha para los cultivos de temporal y flor de yuca, kg/ha de queso de cabra, cabezas de cabritos/ha por período, y unidades animal (U.A.) para el caso de bovinos, equinos y caprinos.

Para la formulación del modelo se requirió de la siguiente información, la cual se acopló a las condiciones donde se desarrolló el trabajo:

Una UA consume 13.5 kg de M.S./día, ó 4 927.5 kg de M.S./año; como las alternativas son por épocas, la época verde comprende un período de 4 meses (julio a octubre), o sea 120 días de uso, por lo que, si una UA consume 13.5 kg de M.S./ha, en la época verde consumirá 1 620 kg de M.S. Por otro lado, la época seca es de 245 días (noviembre-junio), así que, una UA consumirá 3 307.5 kg de M.S. en dicho período de 8 meses.

La producción de materia seca obtenida del trabajo de campo, en las alternativas que llevan pastoreo, se multiplicó por .5, que corresponde a un 50% de utilización, para obtener las UA que puede mantener cada alternativa. Después se hizo la proporción de cada uno de los diferentes productos (vacas, becerros, equinos, etc.).

Jornales. Se tuvo un total de 1 825 jornales disponibles para el Rancho; un jornal equivale a 8 horas/día, y cuesta aproximadamente \$ 790.00, por lo que para el período de verano costará \$ 94 800.00 y \$ 193 550.00 para el período seco. Se supone que el jornal de las cabras cuesta aproximadamente \$ 146 000.00, ó sea \$ 400.00 diarios que se dedican al cuidado del rebaño, a la ordeña y a la fabricación de quesos.

Se supone que se requiere de un jornal para manejar 100 UA (bovino), y un jornal para manejar un hato de 400 cabras, por UA equino, se requiere de .015 jornales. Los jornales para la cosecha de flor de

Yuca son de .125 días/ha, o sea que se requieren 15 jornales/año, para un período de 4 meses, con una frecuencia de cada 2 años (Medina, 1980).

Para el cultivo de maíz de temporal se requiere de 22 jornales/ha; para la avena 15 jornales/ha; y para la cebada 15 jornales/ha.

Unidades Animal, sus costos y productos. Huss y Aguirre (1979), consideran que una UA consume el 3<sup>o</sup> de su peso vivo. Una UA produce .3 UA becerro/año, que al destete equivale a .4 UA, con un precio de \$ 40 000, mientras que una UA de desecho vale \$ 35 000; una vaquilla de reemplazo equivale a .8 UA y tiene un precio de \$ 70 000; un toro equivale a 1.5 UA.

Una cabra equivale a .15 UA (Medina, 1980) y produce 1.8 cabritos al año y .250 mililitros de leche al día, o sea un promedio de 80 a 100 litros de leche al año (González, 1979). El precio de un cabrito es de \$ 1 500 y el de un kg de queso \$ 250.00, requiriéndose de 8 litros de leche para fabricar un kg de queso de cabra (Medina, 1979).

El producto del equino es el potrillo, que tiene un precio aproximado de \$ 15 000.00.

Los porcentajes de extracción de ganado de rancho calculados para el año de 1983, fueron los siguientes: vacas de desecho 14<sup>o</sup>o, vaquillas de reemplazo 45<sup>o</sup>o (que no pasaron el criterio de selección), becerros de destete 50<sup>o</sup>o.

- Cultivo de temporal. Medina (1980) menciona que los costos y producción de maíz, avena y cebada son los siguientes:

Cultivo	Costo	Producción	
		Grano	Rastrojo
Maíz	\$ 13 600,00	1 000 kg/ha	3 000 kg/ha
Avena	\$ 9 300,00	1 000 "	5 000 "
Cebada	\$ 9 300,00	1 000 "	5 000 "

### Metas y Prioridades

Después de considerar las restricciones impuestas por las limitantes financieras, capacidad sustentadora del predio y disponibilidad de mano de obra, se asignaron 3 prioridades, con 3 metas a alcanzar las cuales son:

Prioridad	Metas
1	Obtener mayor o igual que cero el número de animales en el ajuste de la época verde a la seca
2	Las UA deberán ser menor o igual a 300 para cada época
3	La utilidad neta a obtener deberá ser mayor o igual a \$ 6 000 000.00

Una vez ordenada la información en forma de matriz, se procedió a incorporarla al programa de Computadora GOAL (Metas), que fue corrido en la computadora DIGITAL VAX 11/780 del Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA), localizado en la Cd. de Saltillo, Coah.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se muestran los diferentes escenarios de desarrollo, corridos en la computadora; el primer escenario fue el de libre empresa, o sea sin restricciones, para poder tener un punto de referencia y observar al mismo tiempo hasta dónde las diferentes alternativas de manejo podían producir.

El resumen de las diferentes respuestas de los productos y parámetros a los diversos escenarios, se presenta en el Cuadro 2, donde se observa que la estrategia de libre empresa (óptimo económico) es la que proporciona la mayor cantidad de utilidades netas. Respecto a los demás escenarios, se encontró que al restringir la mano de obra, se obtiene menor producción de maíz de grano y rastrojo, por lo que se disminuye la utilidad neta. Por otro lado, el costo total de los escenarios 2, 3 y 4 va en incremento, a medida que se utiliza mayor cantidad de mano de obra.

El forraje remanente permanece constante en los escenarios 2, 3 y 4, debido a que no existe variación en las UA que se mantienen, y que son 300 UA por época, mientras que en el escenario 5 se presenta mayor cantidad de forraje remanente, ya que se mantienen sólo 275 UA en cada época.

El escenario 4 es el que satisface las necesidades más cercanas de los encargados de la toma de decisiones. Para este escenario se impuso una restricción de mano de obra de 2 254 jornales, y las metas a alcanzar fueron las siguientes:

Prioridad	Metas
1	Obtener mayor o igual que cero el número de animales en el ajuste de la época verde a la seca
2	Las UA deberán ser menor o igual a 300 para cada época
3	La utilidad neta a obtener deberá ser mayor o igual a \$ 6 000 000.00

Una vez ordenada la información en forma de matriz, se procedió a incorporarla al programa de Computadora GOAL (Metas), que fue corrido en la computadora DIGITAL VAX 11/780 del Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA), localizado en la Cd. de Saltillo, Coah.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se muestran los diferentes escenarios de desarrollo, corridos en la computadora; el primer escenario fue el de libre empresa, o sea sin restricciones, para poder tener un punto de referencia y observar al mismo tiempo hasta dónde las diferentes alternativas de manejo podían producir.

El resumen de las diferentes respuestas de los productos y parámetros a los diversos escenarios, se presenta en el Cuadro 2, donde se observa que la estrategia de libre empresa (óptimo económico) es la que proporciona la mayor cantidad de utilidades netas. Respecto a los demás escenarios, se encontró que al restringir la mano de obra, se obtiene menor producción de maíz de grano y rastrojo, por lo que se disminuye la utilidad neta. Por otro lado, el costo total de los escenarios 2, 3 y 4 va en incremento, a medida que se utiliza mayor cantidad de mano de obra.

El forraje remanente permanece constante en los escenarios 2, 3 y 4, debido a que no existe variación en las UA que se mantienen, y que son 300 UA por época, mientras que en el escenario 5 se presenta mayor cantidad de forraje remanente, ya que se mantienen sólo 275 UA en cada época.

El escenario 4 es el que satisface las necesidades más cercanas de los encargados de la toma de decisiones. Para este escenario se impuso una restricción de mano de obra de 2 254 jornales, y las metas a alcanzar fueron las siguientes:

**Cuadro 1. Comparación de los diferentes escenarios para el Hancio Los Angeles en la programación de inversiones en 1983**

Metas	E s c e n a r i o s			
	Libre empresa	Con restricción severa de mano de obra	Con restricción moderada de mano de obra	Con restricción ligera de mano de obra
No. de Jornales (máximo)	—	1 825	1 915	2 254
U.A. época verde (máximo)	—	300	300	300
U.A. época seca (máximo)	—	300	300	300
Utilidades Netas (mínimo)	—	7 000 000.00	5 000 000.00	6 000 000.00
				5 000 000.00

**Cuadro 2. Resumen de las diferentes respuestas de los productos a los diversos escenarios para el hantcino Los Angeles durante 1983**

Parámetros	Escenarios				
	1	2	3	4	5
Vacas multiparas (U.A.)	597.78	274.57	274.57	274.57	251.53
Becerras (U.A.)	89.33	41.10	41.10	41.10	37.81
Cabras (U.A.)	118.87	18.27	18.27	18.27	15.91
Queso de cabra (kg)	569.34	152.06	152.06	152.06	132.94
Forraje remanente (kg)	2 781 581.50	4 079 588.00	4 079 588.00	4 079 588.00	4 205 403.50
Maíz grano (kg)	150 000.00	121 357.79	127 357.79	150 000.00	150 000.00
Rastrojo (kg)	750 000.00	606 788.94	636 788.94	750 000.00	750 000.00
Utilidad neta	17 660 224.00	5 282 972.00	5 374 172.00	5 718 334.00	4 902 027.50
Jornales totales	2 260	1 825	1 915	2 254	2 253
Costo Total	4 040 294.50	3 195 002.2	3 250 802.25	3 461 375.25	3 404 525.75

**Prioridad**

**Metas**

- 1 Obtener mayor o igual que cero el número de animales en el ajuste de la época verde a la seca
- 2 Las U.A. deberán ser menores o iguales a 300 para cada época
- 3 La utilidad neta a obtener deberá ser mayor o igual a \$ 6 000 000.00

**Toma de decisiones**

En el Cuadro 3 se presentan las alternativas de manejo seleccionadas, en la solución final de la programación de metas para la época verde. En el PMA en condición buena, deberán de pastorearse un 87.37% de su superficie, o sean 1 237.26 ha, que mantendrán 225 U.A. Por otro lado, el PMA en condición regular, deberá de utilizarse el 100% de su superficie, o sean 673.43 ha, para mantener el resto de las UA que son 74.81, para hacer un total de 300 UA para la época verde.

Para la época seca, la solución muestra una mayor distribución en pastoreo, ya que utiliza 8 de las unidades ecológicas presentes en el Rancho. En el

**Cuadro 3. Alternativas de manejo seleccionadas en la solución final del escenario 4 de la programación de metas para el Rancho Los Angeles para la época verde**

Variable	Descripción	Superficie	U.A.
X001	past pma buena verde	1237.26	225.18
X002	np pma buena verde	178.85	0.0
X005	past pma regular verde	673.43	74.81
X010	np pma pobre verde	762.49	0.0
X014	np pa norte verde	470.48	0.0
X018	np pa sur verde	635.30	0.0
X022	np mdcpa verde	445.60	0.0
X026	np mdr verde	1046.08	0.0
X030	np izotal verde	270.08	0.0
X035	np cap me verde	270.79	0.0
		<b>Total</b>	<b>299.99</b>

Cuadro 4 se muestran las alternativas seleccionadas con su superficie a utilizar, con sus respectivas UA que mantiene cada una.

**Cuadro 4. Alternativas de manejo seleccionadas en la solución final del escenario 4 de la programación de metas para el Rancho Los Angeles para la época seca**

Variable	Descripción	Superficie	U.A.
X003	past pma buena seca	1416.11	81.28
X007	past pma regular seca	673.43	10.63
X011	past pma pobre seca	762.49	13.00
X015	past pa nte seca	298.70	26.16
X016	np pa nte seca	171.78	0.0
X019	past pa sur seca	635.30	58.25
X023	p mdcpa seca	445.60	16.35
X027	p mdr seca	1046.81	78.30
X031	p izo seca	270.08	16.31
X037	np c me seca	270.79	0.0
		Total	300.30

Por lo que se refiere al valor óptimo de los productos, se muestran las cantidades producidas con la solución de la computadora, obteniéndose un total de 300 UA para cada época, con una producción de vacas vientre o multíparas de 274 para las 2 épocas, lo que equivale a 137 vacas vientre y una producción de becerros de destete del 41.01 UA becerro, lo que equivale a una producción de 117 becerros al destete, que representa un 85% de becerros destetados y que se considera excelente. El número total de toros es de 14.39 UA, lo que equivale a 11 toros para las 2 épocas, o sea 6 toros aproximadamente para cada época, para 137 vacas.

La formulación del modelo incluye un pastoreo combinado de bovinos, caprinos y equinos, por lo que también se tienen productos derivados de los caprinos, manteniéndose 18.27 UA cabra y 51.21 UA equino. La producción de cabritos fue de 22 cabezas y la producción de queso de cabra de 152.57 kg. Los equinos por otro lado producen 17.12 potrillos, aunque estos últimos productos se tienen como actividades secundarias en el Rancho.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a como se formuló el modelo y a las condiciones en que se desarrolló el trabajo, y después de analizar los resultados obtenidos por la computadora, se puede concluir lo siguiente:

1. La aplicación de la información obtenida variará de acuerdo a las condiciones particulares de cada área o predio que se presenten en base a la disponibilidad de recursos naturales, financieros y de mano de obra.
2. Se hace necesario continuar con la investigación de formulación de modelos de asignación de recursos, para poder tener datos con mayor apoyo científico.
3. El uso del modelo de asignación de recursos y su aplicación en el proceso de toma de decisiones, dependerá de la formulación y del planteamiento del problema, así como de la profundidad del mismo.
4. El presente trabajo se formuló de acuerdo a los tipos de vegetación presentes en toda la extensión del Rancho, por lo que se requiere hacer la formulación considerando la proporción de cada tipo de vegetación por potrero para estudios posteriores, ya que se estaría en posibilidades de recomendar un plan de manejo a nivel potrero.
5. Aunque los resultados del presente trabajo se consideran preliminares, el plan de manejo que se está en posibilidades de implementar, es por tipo de vegetación y por época, por lo que se utiliza para la época verde un sistema de pastoreo continuo para el pastizal mediano abierto en 2 condiciones: condición buena y condición regular.
6. Para la época seca, el plan de manejo que se sugiere es pastorear la totalidad del pastizal mediano abierto en sus 3 condiciones (buena, regular y pobre); se sugiere utilizar, además, un 75% de la superficie de pastizal amacollado exposición norte, y un 100% de la superficie del pastizal amacollado exposición sur. Se sugiere un pastoreo continuo para el 100% de la superficie del MD CPA, MDR y el izotal. Con esto se obtiene una distribución más uniforme del pastoreo, a través de los diferentes tipos de vegetación del rancho y distribuyendo al mismo tiempo, la carga animal para evitar un sobrepastoreo, ya que la duración de esta época es de 8 meses y que se le caracteriza por presentar escasez de lluvias.

## BIBLIOGRAFIA

- Bradley, J.G. 1975. Grassland simulation model. Science Series No. 17, Range Science Dept. C.S.U.
- González, E.P. 1979. Mejore la Reproducción de su hato. México. Cebú 5(6):

- Huss, D.L. y E.L. Aguirre. 1979. Fundamentos de manejo de pastizales. Monterrey, México. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Medina, T.J.G. 1979. Aplicación de la programación de metas a la planeación de los recursos naturales en la cuenca de San Tiburcio, Zac. Ponencia presentada en el Seminario sobre Planificación Ecológica del uso de la tierra. Xalapa, México.
- , 1980. Critical Elements in Land Use and Research Design in Northern Mexico. Disserttation. Fort Collins, Colo. USA. CSV. College of Forestry and Natural Resources.
- , R. Armijo y R. Nava C. 1982. Modelos de manejo de ecosistemas, A.S.Z.A. Doc. de Trabajo.
- Plane, D.R. y C. McMillan Jr. 1971. Discrete optimization. New Jersey. Prentice-Hall, Inc. Englewoods Cliff.
- Taylor, R.G., E.T. Bartlett y J.R. Mckean. 1979. Impacts of federal grazing on the Economy of Colorado. U.S.F.S. Bureau of Land Management and the Colorado Exp. Sta. August.
- Wagner, H.M. 1969. Principles of operation research. New Jersey. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliff.