

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



POSIBILIDADES DE LA PROGRAMACION LINEAL COMO METODO ECONOMICO
EN LA PLANEACION AGRICOLA DEL EJIDO SANTA CRUZ
DE CIENEGA DEL TORO, GALEANA, N. L.

TESIS

Armando González Lebois

1972

040.333
FA3
1972

T
S561
G6
C.1



1080061460

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



POSIBILIDADES DE LA PROGRAMACION LINEAL COMO METODO ECONOMICO
EN LA PLANEACION AGRICOLA DEL EJIDO SANTA CRUZ
DE CIENEGA DEL TORO, GALEANA, N. L.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
PRESENTA EL PASANTE

Armando González Letris

MONTERREY, N. L.

FEBRERO DE 1972

T
5561
46

040.333
FA 3
1972



Biblioteca
Magna



Thesis

CON PROFUNDO CARÍÑO Y ADMIRACION
PARA MIS QUERIDOS PADRES:

SR. ANDRES GONZALEZ VILLARREAL
SRA. JULIETA LEWIS DE GONZALEZ V.

A MIS HERMANOS

A MI TIO, SR. ERNESTO GONZALEZ V.
POR SU AYUDA DESINTERESADA DURAN
TE EL DESARROLLO DEL PRESENTE --
ESTUDIO.

A MI ABUELITO:
SR. ENRIQUE L. CASTILLO

A MIS MAESTROS:

ING. GIL GALLARDO MERCADO

LIC. JOSE MANUEL REYNA

ING. JAVIER GARCIA

CON PROFUNDO AGRADECIMIENTO

A LOS INGENIEROS:

JAVIER RIVERA CANTU

Y

ANDRES GONZALEZ LEWIS

A

LAURA ROSALINDA

CON TODA MI TERNURA

Y TODO MI AMOR

INDICE GENERAL

	<u>PAGINA</u>
INTRODUCCION	1
LITERATURA REVISADA	3
La agricultura es parte integral de la economía	3
Importancia básica de la agricultura.	3
Definición y clasificación de los tipos de empresa	4
El progreso económico altera el nivel y la distribución - del ingreso	5
Decisiones del productor y lo que se debe producir	6
Diferencias en Tecnología	8
El ingreso en relación con la producción.	8
Efecto de los cambios de precio e insumos que deben apli- carse en unidades discretas	10
Una aplicación del análisis Insumo-Producto	11
Método gráfico de la programación lineal.	12
Los insumos se combinan de diferentes maneras	14
La oferta inelástica.	16
Definición de programación lineal	18
MATERIALES Y METODOS	21
RESULTADOS	29
CONCLUSIONES, DISCUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.	37

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

FIGURAS		<u>PAGINA</u>
1	MEJORAS EN TECNOLOGIA	9
2	METODO GRAFICO DE LA PROGRAMACION LINEAL.	15
TABLAS		
1	REQUISITOS DE RECURSOS E INGRESOS NETOS - POR PRODUCTO	23
2	PRESENTACION COMPLETA DE COEFICIENTES . .	24
3	COLUMNAS DIRECTO DE LA COMPUTADORA . . .	25
4	HILERAS DIRECTO DE LA COMPUTADORA	26
5	RESULTADOS	29
6	RESULTADO DIRECTO DE LA COMPUTADORA . . .	31
7	CONCLUSIONES COMPARATIVAS	32

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

La carencia de recursos es indudablemente uno de los problemas fundamentales de la agricultura mexicana; por ese hecho deben emprenderse todos aquellos trabajos cuya finalidad consiste en la utilización eficiente y racional de éstos.

El presente trabajo lleva como finalidad, sugerir a los ejidos nuevo-leoneses, un sistema que los ayude a formular sus recursos de tal manera - que puedan obtener el mayor ingreso posible.

No obstante que nuestra carrera como agrónomos nos limita la utilización de teorías y términos que pertenecen al campo estricto de la economía para la elaboración de esta tesis profesional, hemos seguido en lo posible los lineamientos generales de una economía, cuyas leyes se hacen cada día más forzoso entender y aplicar de manera objetiva, en los distintos campos de actividad de casi toda profesión.

Estimamos, incluso, que la misma nueva Ley Federal de la Reforma Agraria, abre la oportunidad de que los ejidos programen definitivamente de sus asambleas ordinarias y extraordinarias, juntas especiales que dicha legislación llama especialmente "Asambleas de Balance y Programación".

Gracias a los avances en la técnica de la ciencia moderna, basados en la investigación, se han elaborado métodos o sistemas que simplifican y reducen el trabajo de planificación y realización, haciéndolo más exacto.

Uno de estos métodos que ha alcanzado bastante aceptación en diversos países, ha sido el de la programación lineal, en el que se puede hacer uso de computadoras electrónicas y mediante el uso de este tipo de máquinas debidamente programadas, se obtiene aquel resultado que maximice el ingreso neto de la explotación agrícola, sujeto a las restricciones que éste presente. La utilidad práctica reside en la rapidez del cálculo y capacidad para considerar alternativas múltiples, ya que realiza en pocos minutos -- tareas que exigirían días e incluso meses para una persona provista solo de papel y lápiz.

Nos internaremos en el problema, pretendiendo con ésto dar una idea del actual uso ineficiente de mano de obra, capital y tierra, haciendo un llamado urgente a las autoridades competentes para que consideren este -- gran problema actual que impedirá la positiva evolución de la economía nacional.

LITERATURA REVISADA

La Agricultura es Parte Integral de la Economía

En la organización de la economía, en su conjunto, el sistema de precios ofrece los incentivos necesarios para transferir artículos y servicios, dentro de la agricultura, dentro de otros sectores de la economía y entre la agricultura y los otros sectores.

Importancia Básica de la Agricultura

Las dificultades surgen cuando tratamos de medir la importancia de la agricultura en la economía de México. Todos sabemos que la vida sería imposible sin la agricultura, puesto que ella provee gran parte de nuestros alimentos; además, de la agricultura proviene un notorio porcentaje de las fibras utilizadas en nuestros vestidos. Para indicar su importancia, se puede presentar un elevado número de estadísticas; sin embargo, hasta el momento no hay evaluación cabal de la contribución de la agricultura al total de la economía. (2)

Hay quienes sostienen la posición extrema de que la prosperidad de la economía depende de la prosperidad de la agricultura, y que un ingreso agrícola bajo, conduce a la depresión económica. Esto es probablemente cierto en sociedades eminentemente agrícolas. Sin embargo, a medida que un país se desarrolla, el efecto de la agricultura en las condiciones de la economía disminuye. Aunque muchos sectores de la economía tienen un efecto importante con la prosperidad del conjunto de la economía, no podemos considerar a ningún sector, en forma aislada como causante de ésta - -

prosperidad.

El porcentaje de los recursos que una nación emplea en la agricultura depende, en gran parte, de la eficiencia con que dicha agricultura está organizada. A medida que una nación se desarrolla, aumenta la productividad de la fuerza de trabajo agrícola, y parte de esta fuerza de trabajo es generalmente transferida de éste sector a otras actividades. En consecuencia, en los países altamente desarrollados, el porcentaje de la fuerza de trabajo empleada en actividades agrícolas es muy inferior al de los países menos desarrollados. (2)

Definición y Clasificación de los Tipos de Empresa

El tipo de agricultura se define por la uniformidad de organización y de operación; por datos esenciales, como la selección de las líneas, las prácticas culturales y los usos de los productos en número más o menos grande de empresas. (5)

Conforme a ésta definición, el concepto de tipo de empresas, difiere del de sistema, en que, en aquél, los caracteres de uniformidad son mucho más concretos, más limitados y más reales. Consiguientemente, si el concepto de sistema nos sirve para fines de generalización y por ello, de teoría; el concepto de tipo nos tiene que servir para obtener principios o normas limitadas para el manejo y organización de la unidad productora.

El interés de tipo de empresa, indudablemente es mayor para el agricultor, que el de sistema de agricultura, que tiene utilidad para el teóri

co en Economía Agrícola. Sin embargo, en verdad, ambos conceptos se complementan; el estudio de tipo de empresa es, podríamos decir, la aplicación a la realidad del concepto de sistema de agricultura. (5)

El Progreso Económico Altera el Nivel y la Distribución del Ingreso

Todas las naciones se encuentran muy preocupadas por la pobreza. La formación de las Naciones Unidas y los muchos programas realizados a partir de la Segunda Guerra Mundial, ya sea, mediante la exportación de tecnologías o mediante préstamos para que otras naciones puedan desarrollar sus recursos, evidencian la preocupación internacional por la pobreza. Se han llevado a cabo esfuerzos intensivos en todos los países para desarrollar los recursos y para incrementar la productividad y así elevar los niveles de vida. (2)

El progreso económico eleva el nivel de ingreso y altera la distribución del mismo; haciendo posible aumentar la cantidad de productos obtenidos en una nación. Los cambios en la tecnología, generalmente aumentan la productividad de la mano de obra. Este aumento en la productividad hace posible que se produzcan más alimentos y vestidos por cada trabajador y, consecuentemente, existen más bienes de consumo disponibles por persona. (2)

Desde el punto de vista del bienestar de la gente, nos interesa el ingreso como una medida de cantidad de bienes y servicios que se pueden comprar per capita o por familia. La pobreza la consideramos en términos de bienes y servicios consumidos. El consumo de un cierto número de éstos es

necesario para la subsistencia. Ocasionalmente algunas personas son incapaces de obtener los suficientes medios para subsistir, y mueren a consecuencia de la inanición o de la intemperie.

Casi siempre la pobreza se ve en términos relativos, más que absolutos. El hecho de que se juzgue pobre a una persona, depende de la comunidad en que vive. Las clases y cantidades de bienes y servicios considerados como necesarios o como lujos, varían entre las naciones y comunidades. Un nivel mínimo de vida en algunas sociedades puede consistir en poseer -- dos automóviles, dos televisores y una casa equipada con baño para cada -- miembro de la familia. En otras sociedades se puede considerar que un automóvil es conveniente, el televisor no se considerará necesario, y un baño por casa es suficiente; por consiguiente, una persona considerada pobre en una comunidad, puede considerarse rica en otra.

El ingreso es un pago recibido por el uso de insumos. Por consiguiente, el ingreso está relacionado con la cantidad de propiedades que se posee. Algunas personas poseen muy pocos recursos para ganar ingresos suficientemente altos para llevar un nivel de vida considerado como un nivel mínimo en su comunidad. La utilidad que estas personas obtienen del uso de sus recursos, aún en el caso de que los estén dedicando a las actividades más productivas, no les permite un ingreso suficiente para mantener el nivel de vida considerado como socialmente deseable. (2)

Decisiones del Productor y lo que se debe producir

En el caso del ejidatario, la decisión de lo que debe producir está -

delimitado por muchos factores; el principal indiscutiblemente es el económico, no obstante la mala información de nuevas calidades de semilla, - - otros tipos de cultivos, etc., son de importancia básica. De tal forma, - en muy pocos casos, llegan a la interrogante de qué producir, sin embargo, es necesario tener en cuenta este factor.

Cada propietario tiene muchas alternativas para el uso de sus recursos; puesto que no puede utilizarlos en todos los usos posibles, tiene que elegir entre las varias posibilidades. Por ejemplo, una persona que posea fuerza de trabajo que vender, puede escoger entre trabajar en la producción de bienes para la venta o dedicarse al ocio; desde luego, no es posible que se dedique al ocio y gane dinero, como producto del uso de su fuerza de trabajo. En la misma forma, el propietario de recursos debe decidir entre dedicarse a la agricultura, a otro negocio o a vender sus recursos a otro productor.

El productor tiene que tomar cinco grandes decisiones: 1) Qué producir; 2) Qué sistema de producción utilizar; 3) Qué cantidad de cada artículo debe de producir; 4) Cuándo comprar o vender; y 5) Dónde comprar o vender. Las utilidades de un productor se ven afectadas por cada una de éstas decisiones. (2)

Por lo general, la tecnología usada en la región del Estado de Nuevo León, para los cultivos esenciales, es casi siempre la misma para los campesinos agrupados o ejidatarios, pues carecen de publicaciones que los pongan al día en informaciones culturales o de sistemas de extensión, por tal motivo, los cultivos se administran con tecnología generalizadas para toda

la región y debido a la carencia de ingresos, la aplicación de insumos es nula.

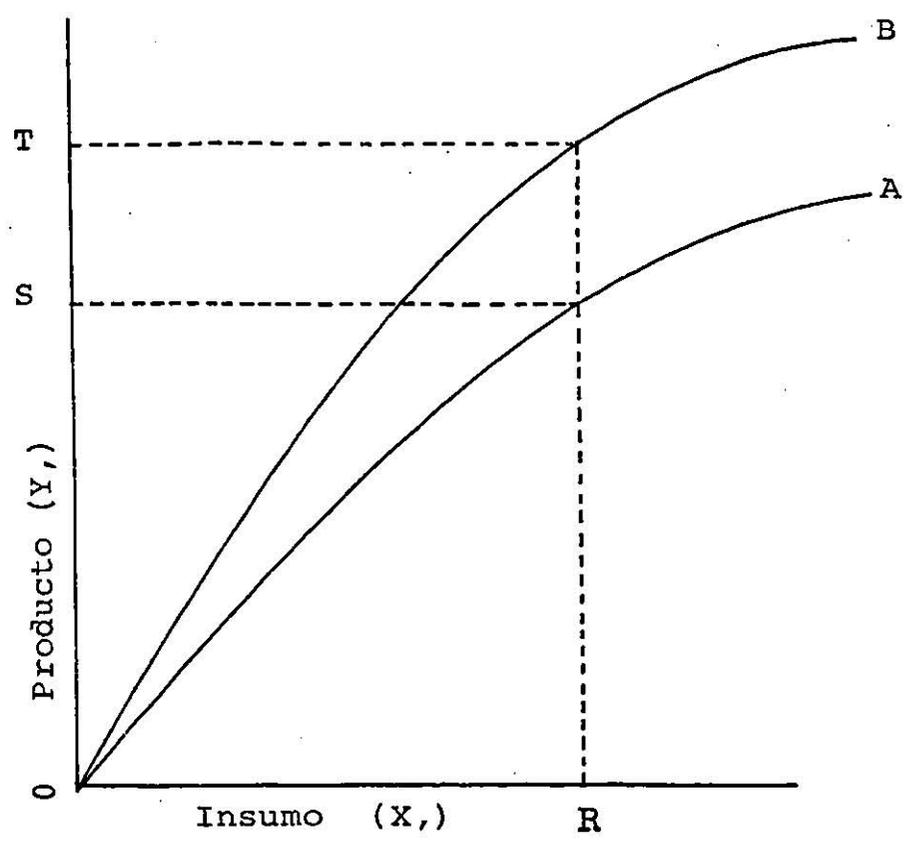
Diferencia en Tecnología

Al utilizar una función de producción suponemos que los insumos se combinan en una forma particular. Dos funciones de producción pueden ser muy diferentes, a pesar de utilizar los mismos insumos para producir el mismo producto. Las diferencias entre las funciones de producción se deben a diferencias en la técnica, o sea, en la manera como se utilizan los insumos en la producción. Por ejemplo, la aplicación de nitrógeno a los pastos puede dar diferentes resultados si se aplica en octubre o en febrero. Se dice que hay una mejora tecnológica cuando aumenta la cantidad de producto que se puede obtener de una cantidad dada de insumo.

Un ejemplo de una mejora en la tecnología se muestra en la Fig.1. Si las técnicas A y B requieren los mismos insumos, un productor puede decir, únicamente con los datos de la función de producción, que la técnica B es superior a la técnica A. Esto es cierto, puesto que la técnica B tiene un rendimiento de producto mayor que la técnica A para cada nivel de insumo. La cantidad OR de insumo X_1 rinde OT de producto Y_1 si se emplea la técnica B, y OS si se utiliza la técnica A. Claramente se puede ver que la técnica B es superior a la A. (2)

El Ingreso en Relación con la Producción

Una vez que se ha formulado una función de producción física, la utilidad que se obtendrá de un cierto proceso de producción, se puede determi



Fig, 1 Mejoras en la Tecnología

nar multiplicando la cantidad de producto por su precio. Una vez que se hace esto, la función de producción se convierte en función de ingreso. Si el productor no lanza al mercado una cantidad de producto lo suficientemente grande para afectar el precio, la función de ingreso tiene la misma cobertura que la función de producción.

Efecto de los Cambios de Precio

Los precios de los insumos y los productos cambian frecuentemente, y puesto que el nivel óptimo de insumo por utilizar depende de los precios - del producto y del insumo, los cambios en estos precios afectan al nivel - del insumo más redituable. El grado en el cual los cambios de precios van a afectar el nivel óptimo de insumo, dependerá de la forma de la función - de producción. (2)

Insumos que deben aplicarse en unidades discretas

Muchos de los productos utilizados para la producción agrícola, se deben aplicar en unidades discontinuas o discretas. Por ejemplo, no es posible añadir a una granja una fracción de tractor. Los insumos discontinuos, continúan sujetos a rendimientos constantes, crecientes o decrecientes; -- pero la cuestión de si redituará agregar unidades adicionales, se referirá a unidades separadas. Esto es, al hacer la consideración de agregar unidades discontinuas de insumos, la pregunta será, si es conveniente añadir -- una unidad entera o si es preferible no añadir nada. Es una proposición - de todo o nada. Sin embargo, el método utilizado anteriormente, para llegar a una decisión es el mismo de los casos que hemos analizado anterior--

mente. Si el ingreso adicional que resulta de añadir el insumo, es mayor que el costo del mismo, es conveniente añadirlo. (2)

Una Aplicación del Análisis Insumo-Producto

Las decisiones económicas de los agricultores, caen frecuentemente en la categoría de problemas que se refieren al nivel óptimo de la aplicación de un insumo, dado el nivel de otros insumos, en la producción de un bien.

Fertilización de maíz mediante nitrógeno.- Bajo diferentes condiciones de suelo y clima, la cantidad de maíz que un agricultor esperará obtener, dependerá de la cantidad de nitrógeno que use para cada hectárea. El nitrógeno a menudo se aplica al maíz, antes de utilizar otros fertilizantes. Para determinar la cantidad de nitrógeno que se debe aplicar, el agricultor tiene que comparar el ingreso agregado que recibirá de la utilización de nitrógeno con el costo adicional de la aplicación del mismo. El agricultor estima el ingreso adicional que pretende recibir, multiplicando la cantidad adicional de maíz que piensa cosechar por el precio posible a que espera vender el maíz. El costo adicional incluye aspectos tales como los gastos por el nitrógeno agregado y su aplicación, y los gastos de cosecha y comercialización del maíz adicional. Si el agricultor va a tomar una decisión respecto a la maximización de su ingreso neto, es necesario que conozca la variación que sufre según el nivel de aplicación de nitrógeno.

En primer lugar, debemos notar que la reacción del maíz al nitrógeno es afectada por las condiciones del tiempo. Bajo condiciones de tiempo, -

seco o bueno, los rendimientos decrecientes son evidentes. Nótese que la diferencia de rendimiento en tiempo seco y bueno, se incrementa a medida que se añade nitrógeno. Aún más, el rendimiento total de maíz bajo condiciones de tiempo seco, de hecho disminuye después de 54 kilogramos de nitrógeno.

Las condiciones de tiempo son importantes al determinar el aumento en rendimientos que resulta de la aplicación de nitrógeno. Sin embargo, sabemos que los agricultores no pueden controlar las condiciones del tiempo. Ellos toman las condiciones del tiempo como vienen y tratan de ajustarse a ellas. Sin embargo, el nitrógeno frecuentemente se aplica al preparar el último cultivo. Quizá algún día, los agricultores sean capaces de usar predicciones de tiempo a largo plazo, como una base para la selección de los resultados al escoger un buen nivel de nitrógeno para tiempo bueno y seco. (2)

A diferencia del método insumo producto, se utiliza también el método de programación lineal, debido a que proporciona la ventaja de poder visualizar resultados óptimos. (7)

Para ilustrar este método, observemos el método gráfico que es muy sencillo, pero naturalmente tiene como factor limitante el no poder ser usado con más de dos actividades.

Método Gráfico de la Programación Lineal

A continuación se enuncia un ejemplo, para dar una idea concreta de-

su importancia y utilidad. En el ejemplo siguiente se consideran nada mas dos actividades y dos recursos limitantes. Un modelo llamado 2 x 2 y suponiéndose que la finca ejemplar tiene todas las construcciones, corrales, - etc., requeridos para la producción de cerdos y novillos de engorda. La - unidad de producción de porcinos se fija en una camada y la unidad para no villo es de un solo novillo. (7)

Ecuaciones básicas: X_1 camadas de cerdos, X_2 novillos

$$1500 X_1 + 1200 X_2 = 72,000 \quad (\text{capital})$$

$$20 X_1 + 10 X_2 = 720 \quad (\text{mano de obra})$$

PRIMER PASO.- Igualando a (0) X_1 (Para Capital)

$$1200 X_2 = 72,000$$

$$X_2 = 72,000 / 1200$$

$$X_2 = 60$$

SEGUNDO PASO.- Igualando a (0) X_2

$$1500 X_1 = 72,000$$

$$X_1 = 72,000 / 1500$$

$$X_1 = 48 \quad \underline{\text{Para mano de obra}}$$

PRIMER PASO.- Igualando a (0) X_1

$$10 X_2 = 720$$

$$X_2 = 720 / 10$$

$$X_2 = 72$$

SEGUNDO PASO.- Igualando a (0) X_2

$$20 X_1 = 720$$

$$X_1 = 720 / 20$$

$$X_1 = 36$$

Los Insumos se Combinan de Diferentes Maneras

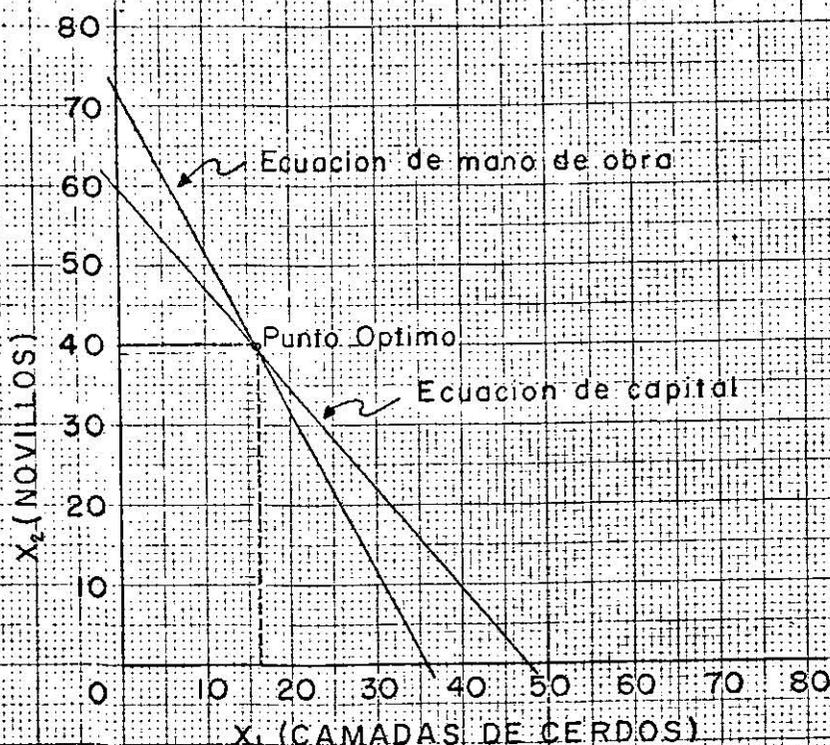
Proporciones Fijas.- No es fácil que encontremos en agricultura, - - ejemplos puros de proporciones fijas; sin embargo, un tractor y un hombre especifican esta situación muy bien. Añadir otro tractor será de poca utilidad, a menos que añadamos otro hombre para que lo maneje. Esta situación, evidentemente no es siempre cierta. Un agricultor puede desear tener dos tractores de diferente tamaño y capacidad para llevar a cabo diferentes trabajos, y la analogía de las proporciones fijas no se alterará. - (2)

Tasa de Sustitución Constante.- Hay ejemplos en la agricultura de insumos, con una tasa de sustitución constante. En la alimentación de cierto tipo de ganado, la avena y la cebada, el sorgo y el maíz, son ejemplos muy cercanos a lo descrito. Por ejemplo, un kilogramo de maíz tiene una relación definida con una cierta cantidad de sorgos en términos de valor alimenticio. Esta relación es contante o casi constante, independientemente de la cantidad de alimento que se utilice. (2)

Tasa de Sustitución Variable.- En la agricultura se pueden encontrar muchos ejemplos. El heno y los granos se sustituyen en esta forma en la producción de leche. Una vaca que se alimente únicamente con heno produci

METODO GRAFICO DE LA PROGRAMACION LINEAL

	Capital	Mano de Obrá	
X_1	48	36	CERDOS
X_2	60	72	NOVILLOS



OPTIMO

$X_1 = 16$ Camadas de cerdos
 $X_2 = 40$ Novillos

FIG. 2

rá la misma cantidad de leche con una pequeña adición de grano y una disminución relativamente grande de forrajes. Sin embargo, a medida que agregamos más y más grano, el adicional reemplaza cada vez menos al heno. En -- este caso es más difícil que en los casos anteriores seleccionar el costomínimo de una combinación de insumos. (2)

Oferta Inelástica

Una reducción en el precio de las mercancías agrícolas, puede provo-- car muy poca disminución en su producción por dos razones cuando menos: -- una, los costos del agricultor son fijos mayormente, sin importar la cantidad que produzca y dos, el agricultor ha vendido típicamente en el pasado-- en un mercado altamente competitivo, dentro del cual la cantidad que él -- ofrecía a la venta no afectaba los precios del mercado. (6)

Costos.- Los costos del campesino son primariamente fijos; es decir, no varían en total con el volumen de producción. El trabajo del agricul-- tor y el de su familia, la tierra y el equipo agrícola, son esos elementos fijos. Si el campesino dobla su producción, o la reduce a la mitad, estos costos siguen siendo aproximadamente los mismos. No hay gran ventaja, en-- tonces, en disminuir la producción a medida que el precio baja, porque el costo es relativamente insensible a los cambios en la producción.

En resumen, el agricultor puede pasar de la producción de una mercan-- cía a otra, a medida que sus precios relativos varían. Sin embargo, su -- producción agrícola total tiene una tendencia a permanecer inalterada o a aumentar y no a disminuir. Cuando todos los campesinos se comportan de --

esta manera, la producción agrícola crece y los precios de los productos bajan. Esta presión bajista sobre los precios del campo, hace mucho por explicar la base de nuestra política agraria. (6)

En contraste con los pesados costos fijos en agricultura, los fabricantes pueden tener costos fijos relativamente bajos, siendo variables casi todos sus costos; esto es, costos que varían en total con el volumen de producción. Los costos variables aumentan a medida que se produce más y disminuye a medida que se produce menos. Por consiguiente, si el precio del producto baja, el fabricante puede responder rápidamente, reduciendo su desembolso en mano de obra y materias primas, que son renglones significativos. Al reducir sus costos variables, reduce necesariamente su producción. De aquí que la cantidad ofrecida responda a la declinación del precio, o que la oferta en la escala pertinente de precios, sea por lo menos, moderadamente elástica. (6)

Una vez establecidas las metas, los recursos disponibles y los planes anteriores; es posible entrar en la planeación hacia el futuro. Las herramientas más comunes de la administración rural son los presupuestos y la programación lineal. En esta sección se verá claramente la aplicación de estas herramientas a la planeación agrícola. Los presupuestos parciales y totales son los utensilios más comunes para el productor individual y el agente de extensión.

Aunque los presupuestos agropecuarios son más fáciles de manejar, ellos tienen algunas limitaciones con respecto del número de alternativas que se pueden considerar y la incertidumbre relacionada con la maximiza---

ción de las metas u objetivos. (7)

Aunque la programación lineal es algo más complicada, este utencilio - permite la consideración de un mayor número de alternativas y asegura la - maximización de las metas de acuerdo con las restricciones de recursos y - los procesos de producción factibles. La presentación del método de pro-- gramación lineal es muy sencillo, ya que ha sido utilizado con éxito por - los productores que tienen conocimientos superiores de administración ru-- ral, en varios países de América Latina. Cualquier productor que tenga -- buenos conocimientos de las relaciones entre consumos y productos en su em-- presa puede entender el proceso de programación lineal y entender e inter-- pretar los resultados de investigaciones que se utilizan en este método de planeación. (7)

Definición de Programación Lineal

Esencialmente, la programación lineal es una técnica matemática que - permite obtener una solución óptima de un sistema de ecuaciones en el que - hay más incógnitas que ecuaciones.

En resumen, la programación lineal es un instrumento de la investiga-- ción de operaciones, diseñado como auxiliar en la elección entre diferen-- tes alternativas cuando las limitaciones de recursos impiden elegir simul-- táneamente todas ellas. (9)

Como en la mayoría de las técnicas de investigación de operaciones, - los dos pasos básicos de la programación lineal son: a) La formulación de - un modelo matemático que represente una manera aproximada la situación - -

real, y b) La solución de este método.

Se logra una solución óptima estableciendo una función objetivo que se debe maximizar, en la cual las variables se valúan de acuerdo a la diferencia entre precio y costo variable, garantizando de ese modo la maximización de utilidades. Un tipo de problemas de programación lineal que se ajusta bien a las limitaciones de los modelos es la gama completa de problemas de minimización de costos. (9)

Se hace notar que, cuando los problemas se vuelven mas complicados, su resolución gráfica resulta imposible y la verificación algebraica ordinaria no resulta práctica porque exigiría la revisión de demasiados puntos de intersección.

Por lo que se hace necesario un método algebraico más eficiente que mantenga los cálculos a un mínimo. Este tipo de solución se encuentra en el método simplex, que consiste en resolver puntos seleccionados de un polígono de factibilidad técnica hasta que se obtiene un óptimo.

El Método Simplex es un método algebraico que sirve para resolver problemas de programación lineal. Se inicia con una matriz en la que solamente se producen variables de holgura, a continuación se introducen sistemáticamente nuevas variables, una por una, hasta obtener una solución óptima.

Algunos problemas tratan de minimización de costos y no de maximización de utilidades. Los cambios necesarios en el procedimiento ocurren todos en el primer paso: Determinar si debe introducirse alguna nueva variable. (9)

Aún problemas que se refieran a una solución Simplex para una matriz de 8×4 requieren una cantidad muy considerable de cálculos y presenta un amplio campo para cometer errores.

Una persona normal no sería capaz de terminar este problema, con una seguridad razonable de estar en lo correcto, en mucho menos de una hora y algunas otras requerirán mucho más. (9)

A medida que la matriz se hace más grande, la cantidad de cálculos necesarios en la solución Simplex aumenta muy rápidamente. La mayor parte de los problemas de la vida real resultan en matrices de orden de 20×10 , y no es inucitado encontrar matrices tan grandes como 80×40 . En la mayoría de los casos no sería práctico resolver a mano una matriz de este tamaño, en virtud del tiempo requerido, ya que para llegar a una solución corrrecta, por lo general es necesario repetir cada paso cuando menos dos veces, a fin de obtener una verificación independiente sobre la precisión de los cálculos. (9)

MATERIALES Y METODOS

Para el ejercicio de este trabajo, fue necesario llevar a efecto una breve auscultación general en el ejido, la cual vino a ser complementada con la observación directa, y la obtención de datos aportados por estudios agroeconómicos y sociales, cuyos materiales y métodos fueron los siguientes:

MATERIALES:

Se utilizaron varios trabajos o estudios del Ejido, que contenían resultados de tres tipos de cuestionarios, uno correspondiente a los maestros del Ejido, otro a las autoridades de este, y el último a los jefes de familia (ejidatarios), realizando trabajos previos al levantamiento de las encuestas, estos estudios pretenden continuar con la línea de investigación iniciada hace seis años en esta facultad, el cual consistió en dividir el Estado de Nuevo León en las siguientes zonas.

- 1a. Zona o Zona Norte
- 2a. Zona o Zona Nor-oeste
- 3a. Zona o Zona Nor-este
- 4a. Zona o Zona cítrica
- 5a. Zona o Zona Sur

Estas zonas se sortearon al azar, tocando al autor del trabajo, la 5a, Zona o Zona Sur, que comprendía los siguientes municipios:

- 1.- Rayones
- 2.- Galeana

- 3.- Iturbide
- 4.- Zaragoza
- 5.- Dr. Arroyo
- 6.- Aramberri
- 7.- Mier y Noriega

Posteriormente se enlistaron los ejidos en la Zona y al mismo tiempo el número de familias que existen en estos, seleccionándose por su importancia el Ejido Santa Cruz de Ciénega del Toro; este está localizado a una altitud de 1,995 mts., sobre el nivel del mar, con una latitud Norte $25^{\circ} - 3'$, y una longitud N.C. $100^{\circ} - 18'$ a 30 kms., al norte de la cabecera municipal de Galeana.

Para el estudio se utilizaron solo cierto tipo de datos complementarios que fueron los siguientes:

El Ejido tiene actualmente 270.5 Has., dedicadas al cultivo, quitando de éstas, 7 Has., que pertenecen a la parcela escolar, de tal forma que la superficie media por ejidatario es de 6 Has.

Toda la superficie dedicada a la agricultura es de temporal y el 100% de los ejidatarios cultivan maíz y trigo, mientras el 64.2% cultivan frijol.

METODO

A continuación se presenta la estructuración del problema en donde se trata de maximizar las utilidades de un ejido, las actividades más impor--

tantes en la zona donde se encuentra el Ejido son: maíz, frijol y trigo.

El Ejido dispone de 263 hectáreas, con 1,818 jornadas de mano de obra y 130,900 unidades de capital durante la época de producción.

El objetivo del análisis es encontrar el ingreso neto máximo dado las cantidades de los tres recursos, las tres actividades más rentables, los requisitos de recursos de cada producto, y los ingresos netos de cada producto. Las necesidades y precios de cada producto están anotadas en la tabla 1.

TABLA 1.- Requisitos de recursos e ingresos netos por producto.

RECURSOS	MAIZ por Ha.	FRIJOL por Ha.	TRIGO por Ha.
Tierra	1.0	1.0	1.0
Mano de obra	18	16	15
Capital	\$500	\$450	\$500
Ingreso neto	\$800	\$600	\$400

Ingreso total menos los costos de operación. No se restan los costos fijos del ingreso total.

De acuerdo con las necesidades de cada cultivo, el ingreso neto y los recursos limitados, las ecuaciones básicas de este problema son las siguientes cuando la unidad básica es una hectárea.

$$\text{Función objetivo.- } 800 X_1 + 600 X_2 + 400 X_3 = Z$$

Correspondiendo las incógnitas X_1 , X_2 y X_3 a las actividades de producir maíz, frijol y trigo respectivamente, y Z nos representa el ingreso neto máximo; obtenido que será nuestra función objetivo. Que queda así:

$$0. \text{ Max. } \$800 \text{ (maíz)} + \$600 \text{ (frijol)} + \$400 \text{ (trigo)} = Z \text{ para calcular.}$$

Ecuaciones restrictivas

$$1.- \quad 1.0 \quad (\text{maíz}) + \quad 1.0 \quad (\text{frijol}) + \quad 1.0 \quad (\text{trigo}) \leq \text{ a } 263 \text{ Has.}$$

$$2.- \quad 18 \quad (\text{maíz}) + \quad 16 \quad (\text{frijol}) + \quad 15 \quad (\text{trigo}) \leq \text{ a } 1,818 \text{ jornadas}$$

$$3.- \quad \$500 \quad (\text{maíz}) + \quad \$450 \quad (\text{frijol}) + \quad \$500 \quad (\text{trigo}) \leq \text{ a } \$130,900$$

La primera restricción señala que el número de hectáreas sembradas -- con maíz, frijol y trigo, deben ser menor o igual que las 263 hectáreas -- disponibles. La mano de obra dedicada a las tres actividades no debe pasar de 1,818 jornadas con que cuenta el Ejido, durante la época de producción al mismo tiempo, las sumas del capital invertido en los tres cultivos debe ser menor o igual que \$130,900. Por conveniencia de perforar las -- tarjetas y poder procesar el problema de la computadora, se presentan los coeficientes de modo completo en la tabla 2.

TABLA 2.- Presentación completa de coeficientes

Número restricción	Maíz X_1	Frijol X_2	Trigo X_3	Tipo Res	Columna B B_1
0	\$800	\$600	\$400	=	Z (para calcular)
1	1	1	1	\leq	263 Has.
2	18	16	15	\leq	1,818 jornadas
3	\$500	\$450	\$500	\leq	\$130,900

Ver Tablas No. 3 y 4 de la computadora.

TABLA 3.- COLUMNAS: DIRECTO DE LA COMPUTADORA

EXECUTOR.		MPS/360 V2-MO					
SECTION 2 - COLUMNS							
NUMBER	.COLUMN.	AT	...ACTIVITY...	..INPUT COST..	LOWER LIMIT.	..UPPER LIMIT.	.REDUCED COST.
5	MAIZ	BS	101.00000	800.00000	.	NONE	.
6	FRIJOL	LL	.	600.00000	.	NONE	111.11111-
7	TRIGO	LL	.	400.00000	.	NONE	266.66667-

TABLA 4.- HILERAS DIRECTO DE LA COMPUTADORA

EXECUTOR. MPS/360 V2-M0

SECTION 1 - ROWS

NUMBER	...ROW..	AT	...ACTIVITY...	SLACK ACTIVITY	...LOWER LIMIT.	..UPPER LIMIT.	DUAL ACTIVITY
1	PESOS	BS	80800.00000	80800.00000-	NONE	NONE	1.00000
2	AREA	BS	101.00000	162.00000	NONE	263.00000	.
3	TRABAJO	UL	1818.00000	.	NONE	1818.00000	44.44444-
4	CAPITAL	BS	50500.00000	50500.00000	NONE	130900.00000	.

Descripción general del sistema M.P.S./360 I.B.M.

Dentro del método general de programación lineal, la computadora y el M.P.S./360 de la Compañía International Business Machine (I.B.M.), es una técnica diseñada para analizar la potencialidad de actividades alternas en negocios que permiten escoger el mejor uso de los recursos en el objetivo deseado. Tiene muchos usos, por ejemplo, puede analizar capital, materiales, mano de obra y encuentra el costo mínimo y las utilidades máximas para el usuario y puede utilizarse para separar, asignar, programar, seleccionar o evaluar los recursos limitados para diferentes trabajos, tales como mezclas, distribuciones, controlaciones, ordenaciones, cortes, compras, etc., pudiendo deducir el método mejor de transportación de abastecimiento desde la planta al almacén y del almacén al público.

El M.P.S./360, está compuesto de un conjunto de procedimientos, un subconjunto de los cuales trata solamente con programación lineal. La estrategia para resolver un problema de programación lineal, es el orden de ejecución de esta serie de procedimientos. El usuario lo único que hace es darle la estrategia propuesta al M.P.S., por medio del lenguaje control el procedimiento llama a estatutos del lenguaje control que a su vez llama a los procedimientos de programación lineal y transfiere argumentos a ellos.

Los estatutos control de M.P.S. son pre-procesados por el programa control compiler, éste es el primer paso del job (trabajo) del M.P.S. Asimismo, la sintaxis y el uso del compiler son completamente descritos en el manual para el usuario del lenguaje control del M.P.S.

Después de procesado por el compilador el programa del lenguaje control es llevado bajo control del ejecutor como un segundo paso dentro del job (trabajo). Incluidas en cada paso de trabajo están los estatutos de definición de datos (DD), cada estatuto o (DD) describe un solo dispositivo (disco) y especifica el tipo y otras propiedades que serán usados por los procedimientos de la programación lineal.

R E S U L T A D O S

El uso de la Programación Lineal, en el Método Simplez para el sistema M.P.S./360 I.B.M., es una de las aplicaciones de la ciencia moderna a la investigación agro-económica; de suma importancia para conocer por medio de datos reales, las condiciones ideales en la planeación agrícola ejidal.

En el presente estudio obtuve de la resolución de las ecuaciones un ingreso neto óptimo con la mejor combinación de trabajo, capital y tierra.

TABLA 5.- Resultados

Recurso	Límite restricción	Cantidad usada.	Disposición o excedente
Tierra	253 Has.	101 Has.	162 Has.
Mano de obra	1,818 jornadas	1,818 jornadas	0 jornadas
Capital	\$130,900.00	\$50,500.00	\$80,400.00

Función Objetivo $\$800.0$ (maíz) + $\$600.0$ (frijol) + $\$400.0$ (trigo) = -----
 $\$30,300.00$

Obteniéndose los resultados siguientes:

- 1.- Sólo se ha de sembrar maíz
- 2.- Se reducirá su cultivo a solamente 101 Has.
- 3.- Se emplearán todas las 1,818 jornadas.
- 4.- Invirtiendo un capital de \$50,500.00

a).- Sobrando un capital de \$80,400.00

b).- Con un ingreso bruto de \$80,800.00 (Ver Tabla 5, resultado directo de la computadora).

5.- Obteniéndose un ingreso neto óptimo de \$30,300.00, con una utilidad del 60% del capital invertido.

A simple vista, se puede tomar una idea de lo significativo de los resultados, tomando en cuenta comparativamente que la distribución de éstos elementos en el Ejido estudiado, se combinan de diferente manera, no para otra cosa, sino más que para perjuicio de ellos mismos. A continuación -- analizaremos estos datos.

TABLA 6.- RESULTADO DIRECTO DE LA COMPUTADORA

EXECUTOR. MPS/360 V2-M0

SOLUTION (OPTIMAL)

TIME = 0.29 MINS. ITERATION NUMBER = 1

...NAME...	...ACTIVITY...	DEFINED AS
FUNCTIONAL	80800.00000	PESOS
RESTRAINTS		REST

CONCLUSIONES, DISCUSIONES Y RECOMENDACIONES

La superficie media por ejidatario de tierra cultivable, es de 6 Has. siendo 42 el número total de ejidatarios dedicados a ésta. Para comparar los resultados, enunciamos como sigue los elementos del Ejido:

TABLA 7.- Conclusiones comparativas

	No. de Ejidatarios	No. de Has.	Cap. de Inver. total en c/cultivo	Jor./Ha./Hombre
Maíz	42	126	\$ 63,000.00	mínimas 18
Frijol	27	12	" 5,400.00	" 16
Trigo	42	125	" 62,500.00	" 15

Se concluye que las 126 hectáreas utilizadas, sólo sean sembradas - - 101. Por consiguiente, se debe invertir un capital de \$50,500.00, en vez de \$63,000.00, con ésto se deberán aprovechar al máximo todas las jornadas (1,818).

La computadora determinó el cultivo, la superficie cultivable y el capital a invertir, tomando como base los datos evaluados por nosotros para obtener el ingreso óptimo de incrementación que en este caso fué de ----- \$30,3000.00. Cualquier combinación de las 3 actividades que se hiciera, - saldría por abajo del ingreso neto aportada por M.P.S./360 I.B.M., con - - esto se trató de dar a entender que el hecho de recomendar solamente el -- cultivo del maíz, no quiere decir que no se debe sembrar frijol y trigo; - sino que se podría hacer una programación para combinar las tres activida-

des y mejorar el ingreso óptimo de las tres. Sin embargo, con la combinación de las tres no llegaría por ningún motivo al mejor ingreso neto obtenido por el maíz de \$30,300.00, debido al factor limitante que en este caso son las jornadas que se dedican a cada cultivo. Lo que quiere decir -- que con tan poco trabajo, es posible utilizar eficientemente la cantidad total de tierra disponible (263 Has.)

Aunque para el problema descrito, solo se recomienda el cultivo del maíz, y no sólo quiere decir que los ejidatarios se dediquen al monocultivo; sino por el contrario, trato de dar una idea de las pérdidas evitables que día con día se suscitan, debido a la deficiencia y casi nulo de los -- sistemas de difusión, planeación y recursos para aportar otro tipo de cultivos al ejidatario, o simplemente mejorar la explotación de la tierra -- con sistemas más modernos y activos, utilizando los recursos de cada ejidatario.

Estos sistemas requieren un estudio preciso y detallado de ayuda al ejidatario, con la intervención de las dependencias gubernamentales.

Nuevo León, cuenta con 110,744.2 Has., (1.8% de la superficie total del Estado), irrigadas; de éstas, sólo 33,100 Has., pertenecen a distritos de riego, 70,644.2 Has., son regadas por gravedad, por bombeo y otros medios. En los ejidos hay 16,825.1 Ha.s., irrigadas, por todos los procedimientos antes descritos, dicha área representa el 9.9% de la superficie es total arable en manos de los ejidatarios.

No siendo ésto todo el fondo del problema, pues además de que existe-

una falta de organización, el Ejido fué recomendado para el trabajo colectivo, y éste lo trabajan sus miembros en una forma individual. El Ejido - Santa Cruz de Ciénega del Toro, está dotado de terrenos cultivables y terrenos de agostadero. Los suelos dedicados a la agricultura, son de temporal, como consecuencia de las características ecológicas del Estado.

Las labores culturales que realizan a sus cultivos, son mínimas, - - - - -
pués ningún ejidatario aplica fertilizantes, abonos verdes o estiércoles -
al suelo, tampoco usan insecticidas para el control de las plagas. La - -
orientación técnica respecto al uso más conveniente y aprovechamiento téc-
nico actual, es sumamente deficiente, por lo que se hace hincapié en una -
futura planeación hacia esos lugares de la extensión agrícola.

El equipo utilizado con que realizan sus cultivos, es de tracción ani-
mal, y ninguno lo hace por medios mecánicos. Durante unos cinco años, han
dedicado la mitad de sus parcelas a la producción de trigo, y la otra mi-
tad a la de maíz, quedando el tiempo intermedio de la cosecha a la próxima
siembra en descanso. Por lo que, han establecido el monocultivo y han de-
sechado la idea de introducir otra clase de cultivos.

Los rendimientos obtenidos son de 1.020 kgs., por hectárea de maíz, -
de trigo 935 kgs., y de frijol son 441 kgs., por hectárea.

Estos rendimientos obtenidos son modestos. Los de maíz en compara-
ción estadística a nivel nacional son más altos, los de frijol son superio-
res a los obtenidos en el Estado de Nuevo León, y los de trigo están por -
abajo del nivel nacional.

La producción de maíz es vendida en el mismo ejido. El trigo se tralada y se vende en Saltillo, Coah., a un precio bajo, debido a la época de venta, y a la carencia de silos almacenadores de grano, que lo guardan hasta aprovechar en tiempo la Ley Oferta-demanda.

Los agricultores podrían superar ésta situación, alterando los planes de producción, (calendario de siembra). Se puede reducir la variabilidad del ingreso mediante seguros, diversificación, de cultivos, producción contratada.

Con el estudio hecho en ésta tesis, trato de dar una idea del flujo - inevitable de pérdidas, aclarando que este resultado es un cálculo que nos indican las posibilidades de planear con precisión la agricultura ejidal - se piense sólo en cultivar en el ejido 101 Has., para percibir el ingreso - neto máximo con los datos obtenidos, pues de ésta manera limitaremos las - condiciones o recursos del ejido, a un estancamiento con el subsecuente resultado que agotaría la tierra y propiciaría el monocultivo.

Lo que este ejemplo aporta, es sin lugar a duda, la temática de la -- falta de trabajo dedicado a cada cultivo, siendo ésto en especial el principal factor limitante. Pues si a cada ejidatario corresponden 6 Has., y él con el producto de su trabajo sólo puede abarcar 2 ó 3, esto es razón - para comenzar a planear una organización de producción cooperativa en el - cual las 6 Has., sean trabajadas por 2 ó 3 ejidatarios, para obtener los - más altos ingresos.

Es para mí ampliamente satisfactorio, contribuir con tan pequeña par-

te, al evolutivo avance de México tanto en el terreno agrícola, como en el económico, con la esperanza de que las opiniones que aquí se esbozan, sean recibidas por las dependencias gubernamentales, a las que compete el trabajo de aportar los avances técnicos, aplicándolos en el campo mismo.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1.- BARBA, LL. G. 1965 Programación Lineal: Al alogaritmo del transporte - y su aplicación a un problema I.T.E.S.M. tesis sin publicar.
- 2.- BISHOP, C.E. y W.D. TOUSSAINT. 1970. Introducción al análisis de economía agrícola. México. Ed. Limusa-Wiley, S.A.
- 3.- BUSTAMENTE, E.S. 1969. Programación lineal en la planificación de dos fincas agropecuarias del valle de Culiacán, Sinaloa. I.T.E.S.M. Tesis sin publicar.
- 4.- CORREA, A.E. 1969. Registros lecheros mediante el uso de computadoras electrónicas. I.T.E.S.M. tesis sin publicar.
- 5.- FABILA GILBERTO. 1947. Administración rural, economía de la administración y manejo de la empresa agrícola. Ed. Bolívar, S. de R.L. México, D.F.
- 6.- FERGUSON, C.E. y J.M. KREPS. 1967. Principios de economía. Centro regional de ayuda técnica. México.
- 7.- HOFFMANN RANDAL. 1969. Análisis, planeación y control de la empresa-agropecuaria. Cap. 15 Impresos y Tesis Monterrey, N.L.
- 8.- I.B.M. Application Program. 1971. Mathematical programming system/360 - (360 A-CO-14X) linear and separable programming- user's ma---nual.

- 9.- RONALD FRAZER, J. 1968. Programación lineal aplicada. Editorial Técnica, S.A. México.
- 10.- VILLARREAL OROZCO, R.D. 1971. Estudio agroeconómico social del Ejido-
Sta. Cruz de Ciénega del Toro en Galeana, N.L. tesis sin pu-
blicar F.A.U.A.N.L.

