

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA**



**ANALISIS DE SISTEMAS DE PRODUCCION
AGROPECUARIOS E INTERVENCION
TECNOLOGICA**

Por

HOMERO SALINAS GONZALEZ

**Como requisito parcial para obtener el Grado de
DOCTOR EN CIENCIAS
con Especialidad en Producción Animal**

Diciembre, 1995

TESI

TD
SF383
.7
.S2
1995
c.1

ADO

HOMERO SALINAS GONZALEZ

Diciembre, 1995

2



1080125913



FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOT.
SECRETARIA DE POSTGRADO
E INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA



ANALISIS DE SISTEMAS DE PRODUCCION
AGROPECUARIOS E INTERVENCION
TECNOLOGICA

Por

HOMERO SALINAS GONZALEZ

Como requisito parcial para obtener el Grado de
DOCTOR EN CIENCIAS
con Especialidad en Producción Animal

Diciembre, 1995



5 383
-7
-S2
1995



**ANALISIS DE SISTEMAS DE PRODUCCION AGROPECUARIOS
E INTERVENCION TECNOLOGICA**

Aprobación de la Tesis:



Ph.D. ROQUE GONZALO RAMIREZ LOZANO
Asesor de la Tesis

Ph.D. JORGE RAMSY KAWAS GARZA
Co-asesor de la Tesis

Ph.D. RAMÓN GUARDADO QUIROGA
Co-asesor de la Tesis

Dr. JOSÉ ANTONIO SALINAS MELÉNDEZ
Co-asesor de la Tesis

Ph.D. VÍCTOR MANUEL RIOJAS VALDEZ
Co-asesor de la Tesis

PRÓLOGO

Quiero agradecer el apoyo y dirección que me brindó mi asesor Ph D. Roque G. Ramírez Lozano, por sus atinadas sugerencias y confianza depositada en la cristalización de esta investigación. Al grupo de co-asesores: Ph.D s. Jorge R. Kawas G., Ramón Guajardo Q., J. Antonio Salinas M. y Víctor M. Riojas V., también agradezco por su laboriosa participación en los seminarios presentados y las muchas aportaciones realizadas a este documento.

Esta tesis representa el cambio de concepción del enfoque del quehacer de la investigación, que gracias a oportunidades que se me presentaron a lo largo de casi veinte años de trabajo en el INIFAP, me permitió visualizar la necesidad de desarrollar tecnología apropiada a las características de las unidades de producción agropecuarias. Dentro de las oportunidades que se presentaron en la época profesional, quisiera mencionar personas que influyeron de una u otra forma en mi capacitación formal e informal, forjando a lo largo del tiempo un carácter de investigador, ellos son: Drs. Ramón Claverán A., Jesús Mocada de la Fuente, Ramón Martínez Parra, Raúl Mancilla, Keir F. Byerly, Víctor M. Valdés, Raúl Obando, Maximino Luna, Hugo Li Pun, Manuel E. Ruiz, Enrique Nolte, Germán Escobar, Rolain Borel y C. Devendra. A éste último, Dr. C. Devendra quisiera agradecer por su decidido apoyo para que realizara este posgrado y por sus valiosas aportaciones en la propuesta de investigación para la realización de esta tesis.

Reconozco el apoyo que me brindaron compañeros investigadores y colaboradores, sin los que hubiera sido imposible realizar esta investigación, agradezco a: Antonio Falcón, Roberto T. Flores, Francisco Echavarría, Gabriela Hoyos, Guillermo Medina, Angel Bravo L., Gustavo Celaya, Jacobo Leiva y en especial agradezco las sugerencias sobre análisis estadístico a Jorge Zegbe D, que enriquecieron esta investigación.

Al Internacional Foundation for Science, por el apoyo financiero para la realización de esta investigación, e INIFAP por el tiempo y facilidades para ello.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Zacatecas por su apoyo, en especial agradezco al MC. Heriberto Rodríguez Frausto. Y a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nuevo León por la oportunidad de realizar este doctorado.

DEDICATORIA

Este trabajo esta inspirado en agradecimiento a la mujer que amo Gloria Maria y mis hijos Joel Homero, Susana, Ana Dámaris y Gabriel, quienes le invirtieron mucho de su tiempo.

También como cosecha del esfuerzo y siempre apoyo de mis padres Sr. Homero Salinas G. y Sra. Laura E. González de Salinas.

“Se diligente en conocer el estado de tus ovejas y mira con cuidado por tus rebaños, porque las riquezas no duran para siempre. Saldrá la grama, aparecerá la hierba, y se segarán las hierbas de los montes. Los corderos son para los vestidos, y los cabritos para el precio del campo; y abundancia de leche de las cabras para tu mantenimiento, para mantenimiento de tu casa”

Proverbios 27:23-27

TABLA DE CONTENIDO

Capítulo	Página
1. RESUMEN	1
2. INTRODUCCIÓN	5
2.1 Objetivos	7
2.1.1 General	7
2.1.2 Específicos	7
2.2 Hipótesis	8
3. LITERATURA REVISADA	9
3.1 Conceptos de Sistemas de Producción	9
3.2 Simulación	12
3.3 Adopción de Tecnología	12
3.4 Sistemas de Producción Caprinos en México	15
3.4.1 Sistemas de Producción Caprinos Predominantes	18
3.4.2 Sistemas de Producción Caprinos en Zacatecas	20
3.4.3 Sistemas de Producción de Maíz y Frijol en Zacatecas ..	22
4. MATERIALES Y MÉTODOS	25
4.1 Análisis de Información Secundaria y Resultados Previos	26
4.2 Cultivos de Temporal Alternativos a Frijol y Maíz	26
4.3 Suplementación con Residuos de Cosecha en Tres Hatos Caprinos	31
4.4 Niveles de Cambio Tecnológico en la Unidad de Producción ..	33
4.4.1 Tecnología para Primer Nivel de Cambio	33
4.4.2 Tecnología para Segundo Nivel de Cambio	34
4.5 Construcción de Modelos	35
4.5.1 Modelo Esquemático del Sistema de Producción	36
4.5.2 Modelo de Relaciones Insumos-Productos	36
4.5.3 Modelo de Optimización de uso de Recursos	37
4.6 Evaluación del Impacto de la Investigación	38
4.6.1 Evaluación Biológica y Económica	38

4.6.2 Sitios de los Estudios Realizados	39
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
5.1 Análisis de Información Secundaria, Resultados Previos de Investigación	40
5.1.1 Recursos Alimenticios del Pastizal	42
5.1.2 Recursos Alimenticios por Residuos de Cosecha	44
5.1.3 Manejo Reproductivo del Rebaño Caprino	45
5.1.4 Presencia de Abortos en Cabras	48
5.1.5 Mortalidad de Cabras y Cabritos	49
5.1.6 Margen Bruto de Comercialización	49
5.1.7 Factores Limitantes y Recomendaciones	51
5.2 Evaluación de Forrajes de Temporal como Alternativa a Frijol y Maíz	51
5.2.1 Características de Acumulación de Unidades Térmicas y Condiciones Climáticas	52
5.2.2 Análisis Global de los 16 Tratamientos Probados	56
5.2.3 Análisis de 64 Tratamientos Formados por 16 Cultivos y 4 Fechas de Corte	58
5.2.4 Análisis de la Calidad de 10 Cultivos Evaluados	62
5.2.5 Balance Hídrico para los Cultivos Muestreados	66
5.2.6 Análisis Estadístico de Producción de Grano de Frijol y Maíz	71
5.2.7 Análisis Económico Comparativo de Frijol y Maíz vs Forrajes	71
5.3 Evaluación de Residuos de Cosecha en tres Hatos Caprinos ..	75
5.4 Intervención Tecnológica a dos Niveles de Cambio y su Impacto	84
5.5 Construcción de Modelos de la Unidad de Producción	97
5.5.1 Construcción de Modelo Esquemático del Sistema de Producción	97
5.5.2 Construcción de Modelo de Relaciones Insumos- Productos por Sub-sistema	99
5.5.3 Construcción del Modelo de Simulación para la Optimización del uso de Recursos entre Subsistema	111
5.5.3.1 Construcción de Escenarios	122
6. CONCLUSIONES	128
BIBLIOGRAFÍA	133
APÉNDICE	147

LISTA DE TABLAS

Tabla	Página
1. Características de los Sistemas de Producción Caprinos en el Noroeste de México	19
2. Principales Especies Forrajeras de los Agostaderos que la Cabra Consume en Zacatecas, Expresada en Porcentaje de Hatos que las Utilizan	43
3. Margen Bruto de Comercialización (MBC) Obtenidos en las Principales vías de Comercialización de Carne de Caprino, con Precios de Venta de 1986	50
4. Días y Unidades Térmicas Acumuladas a cada Corte en los Grupos de Cultivos Probados en Calera, Zacatecas	53
5. Estadísticas Climáticas, que Caracterizaron al Experimento en Calera, Zac.	54
6. Comparación de Medias de las Variables Materia Seca, Porcentaje de Materia Seca y Altura, para el Análisis de 16 Tratamientos	57
7. Rendimiento de Materia Seca, Porcentaje de Materia Seca y Altura de Tratamientos Sobresalientes a Diferente Número de Corte	59
8. Producción de Materia Seca, Proteína Cruda y Contenidos Nutricionales Medios de 10 Cultivos Probados	63
9. Eficiencia en el Uso de Agua Acumulada por Período de Corte en Frijol y Sorgo Sucro, Calera, Zacatecas	70
10. Rendimiento de Grano y Follaje de Maíz y Residuo de Cosecha en Calera, Zac.	72
11. Relación de Coeficientes Técnicos y Precios Privados de Cuatro Cultivos Probados en Calera, Zacatecas	73
12. Resumen de Análisis Económico, a Través del Presupuesto Privado a Precios de 1995, de Cuatro Cultivos Probados en Calera, Zacatecas	74
13. Peso Vivo y Condición Corporal de Cabras bajo Suplementación en tres Hatos de Pánuco, Zacatecas	76
14. Peso Vivo Final y Cambio de Peso Vivo de Crías Amamantadas por Cabras bajo Suplementación en tres Hatos de Pánuco, Zacatecas	79

15. Media de Índices Zootécnicos de seis Hatos Intervenidos con dos Niveles Tecnológicos en tres Localidades de Zacatecas	88
16. Balance de Ingresos y Egresos Medios de seis Unidades de Producción, por Subsistema Agrícola y Caprino	90
17. Estructura Media Porcentual de Ingresos, Egresos y Utilidades en Efectivo por Subsistema de seis Unidades de Producción Agropecuarias en Zac.	93
18. Precios Deflactados y Reales de Venta para Carne de Caprino, Maíz y Frijol para el Área de Influencia del Sistema de Producción Objetivo de Zacatecas	94
19. Rentabilidad Media y Retorno a la Mano de Obra Familiar Utilizada en seis Unidades de Producción Agropecuarias de Zacatecas	96
20. Datos Necesarios para el Modelo del Sistema de Producción Tradicional	101
21. Evolución del Hato Caprino, por Categoría y por mes, Según Índices Zootécnicos, Inventario Inicial y Épocas de Parto en la Unidad de Producción Tradicional	102
22. Datos Necesarios para el Modelo del Sistema de Producción con Tecnología	103
23. Evolución del Hato Caprino, por Categoría y por mes, Según Índices Zootécnicos, Inventario Inicial y Épocas de Parto en la Unidad de Producción con Tecnología	105
24. Lista de Actividades en el Modelo Completo de la Unidad de Producción	113
25. Lista de Restricciones en el Modelo Completo de la Unidad de Producción	114
26. Matriz del Modelo Completo de la Unidad de Producción Agrícola y Caprina en Zacatecas	115
27. Resumen de la Solución Óptima de Asignación de Recursos a Actividades de la Unidad de Producción en el Sistema Tradicional y con Tecnología	120
28. Análisis de Sensibilidad al Precio de la Carne y del Rastrojo de Maíz en el Sistema Tradicional y con Tecnología	121

LISTA DE FIGURAS

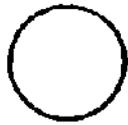
Figura	Página
1. Población Caprina en el Continente Americano	17
2. Distribución de Caprinos por Sistema de Producción	21
3. Época de Parto en dos Sistemas Caprinos, Zac.	47
4. Precipitación y Evaporación Potencial Acumulada a Diferentes Períodos	55
5. Rendimiento por Corte de Sorgos Probados en el Experimento	55
6. Rendimiento de Materia Seca Comparativo de Maíces y Frijol	61
7. Rendimiento de siete Cereales Probados	61
8. Proteína Cruda Producida en Sorgos y Mijo Perla	64
9. Proteína Cruda Producida en Maíz, Frijol y Cereales	64
10. Variación del Contenido de Proteína Cruda a Través de Madurez	65
11. Variación de Proteína Cruda en Cereales	65
12. Variación entre Cortes de las Fracciones de Calidad del Maíz	67
13. Precipitación y Contenido de Humedad (%) del Suelo en los Estratos, 0-15, 15-30 y 30-45 cm del Suelo Donde se Sembró el Frijol y el Sorgo Sucro, Calera, Zacatecas	68
14. Peso Vivo de Cabras bajo Tratamiento y Control en tres Hatos de Pánuco, Zacatecas	78
15. Cambio del Peso Vivo de cada Período con Respecto al Inicial	81
16. Condición Corporal de Cabras por Tratamiento y Cambio de la Condición Corporal entre Períodos de Medida	83
17. Peso Vivo de las Crías de Cabras bajo Tratamiento y Control en tres Hatos Caprinos de Pánuco, Zacatecas	85
18. Precipitación por Ciclo de Cultivo y Anual en milímetros, Calera, Zac.	91
19. Modelo Esquemático del Sistema de Producción Caprino en Zacatecas	98
20. Dinámica del Tamaño de Hato y de la Categoría de Vientres hasta Llegar a Tamaño Máximo de la Unidad de Producción Tradicional	107
21. Venta Mensual de Animales por Categoría de la Unidad de Producción Tradicional	107
22. Necesidades Mensuales de Materia Seca, Proteína Cruda y Energía Digestible del Hato con Manejo Tradicional	108

23. Dinámica del Tamaño de Hato y de la Categoría de Vientres hasta Llegar a Tamaño Máximo en la Unidad de Producción con Tecnología	109
24. Venta Mensual de Animales por Categoría de la Unidad de Producción con Tecnología	109
25. Necesidades Mensuales de Materia Seca, Proteína Cruda y Energía Digestible del Hato con Tecnología	110
26. Construcción de Escenarios con Solución Óptima, Variando Escala de Superficie y Tamaño de Hato, con y sin Tecnología, a Precios de 1992	124
27. Escenarios del Sistema Tradicional y con Tecnología Diferente Escala de Producción Agrícola y Caprina, a Precios de 1995	125
28. Escenarios del Sistema Tradicional y con Tecnología Diferente Escala de Producción Agrícola y Caprina, a Precios de 1995 (con apoyo Procampo)	125

NOMENCLATURA

ED	Energía Digestible
EE	Error Estándar
FDA	Fibra Detergente Ácido
FDN	Fibra Detergente Neutro
ha	Hectárea
HEM	Hemicelulosa
kg	Kilogramo
mm	Milímetros
m ³	Metro Cúbico
MS	Materia Seca
n	Número de observaciones
PC	Proteína Cruda
ut	Unidades Térmicas o Calor
°C	Grados Centígrados

LISTA DE SÍMBOLOS



Fuente o insumo



Almacenamiento pasivo



Interacción de flujos



Transactor económico



Automantenimiento



Subsistema