

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

SISTEMA DE PRODUCCION PARA CRIA EXTENSIVA DE GANADO  
DE CARNE EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

Magister Scientiae

RAUL BOTERO BOTERO

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
Programa de Producción Animal  
Turrialba, Costa Rica

1985

Para hacer producir es necesario  
salir de las oficinas, internarse en el campo,  
ensuciarse las manos y sudar....

Es el único lenguaje que entienden  
el suelo, las plantas y los animales.

Norman E. Borlaug  
Premio Nobel de la Paz

## DEDICATORIA

A la memoria de mis abuelos y  
padres por inculcarme el  
espíritu de su origen campesino.

A la Sra. Berta Botero

A Carmen Elisa, mi esposa

A Juan Antonio, mi hijo

A Gustavo Adolfo, mi hermano

Al Dr. Ingo Kleinheisterkamp

A la memoria de Don  
Benjamín Barney Gasca

## AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento al Dr. Jorge de Alba, Consejero Principal, por su amistad, múltiples enseñanzas y valiosa orientación en la realización del presente estudio.

Al Dr. Julio Henao por la orientación inicial en el análisis estadístico. Por su recomendación para la financiación del tiempo de computador, por parte del Departamento de Producción Vegetal del CATIE, durante la Jefatura del Dr. Carlos Burgos, a través de la Unidad de Procesamiento de Datos.

A los ingenieros Eduardo Vargas y Eladio Guerrero por su colaboración en la elaboración de los programas para el análisis de los datos y las modificaciones realizadas al modelo de simulación.

A la Sra. Heather J. Palmer y al Sr. John Palmer por su colaboración en el Centro de Cómputo y la incorporación del modelo de simulación modificado al Palmers Statistical Package.

Al ingeniero Miguel Mellado y a los doctores Manuel Baldares y María Kass, miembros del comité asesor por su amistad y acertadas críticas durante la revisión final.

A los doctores Karel Vohnout y Tomás Schlichter quienes hasta su retiro del CATIE formaron parte de mi comité asesor.

Al Dr. Néstor Gutiérrez de Winrock International, co-autor del modelo HATSIM original, por la revisión del

modelo modificado y la corrección del escrito inicial de este trabajo.

A los doctores José Arze Borda del Depto. de Producción Vegetal del CATIE y Alan Jones del International Benchmark Sites Network Agrotechnology Transferency - IBSNAT, por la revisión del modelo de simulación modificado.

A los doctores Gustavo Nores, José M. Toledo, Raúl Vera y Rubén D. Estrada del Programa de Pastos Tropicales - CIAT, por las facilidades brindadas para hacer posible la presente investigación.

Al Ing. Carlos Reiche por su desinteresada ayuda en el análisis económico.

Al Ing. Agustín Acosta por su sincera amistad y ayuda en el análisis biológico de los datos.

A los señores Arnulfo Rodríguez y Tomás Romero, eficientes compañeros de trabajo durante la toma de datos.

Al Ing. Luis Arango N., administrador de la finca "El Viento" y al personal de campo, durante los siete años de recolección de los datos utilizados en éste y otros estudios.

A mi esposa, Carmen Elisa Zaccour, a la señora Marlen Moya y a la señorita Josefina Hernández por su eficiente trabajo de mecanografía.

Al Dr. Rainer Neihardt de GTZ y al Profesor Joachim Hans Weniger de la Universidad Tecnológica de Berlín por su apoyo ante la Fundación Alemana para el Desarrollo

Internacional DSE, para obtener la financiación brindada en la realización de mis estudios de posgrado.

Al Dr. José J. Galindo, Sra. e hija por hacernos sentir su casa como nuestra, durante los dos años de permanencia en el CATIE.

Al Sr. Bernardo Jaramillo M. por su amistad sincera y el constante estímulo para la realización de mis estudios de posgrado.

Al personal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, que contribuyó a mi formación personal y profesional.

## BIOGRAFIA

El autor nació en Armenia, Quindio, Colombia, el 25 de junio de 1951. Realizó estudios primarios y secundarios en el Liceo de los Andes, Pereira, obteniendo el grado de Bachiller Clásico Superior en 1970.

En 1971 ingresó a la Universidad de Caldas, Manizales, obteniendo el grado de Médico Veterinario Zootecnista el 25 de noviembre de 1975.

Durante 1976 trabajó como asesor técnico en la Hacienda Guadualito en Patia - Cauca y como asistente del Dr. Wolfgang Heim en Clínica y Cirugía Canina, Bovina, Equina y de Animales Silvestres.

Realizó durante el mismo año, un curso de Inseminación Artificial y Manejo de Ganado de Leche en la Hacienda Atenas en Florida - Valle, ofrecido por su propietario Don Benjamín Barney G.

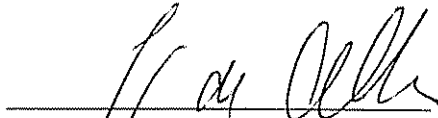
En diciembre de 1976 se incorporó al Programa de Pastos Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, con sede en el CNIA - Carimagua y como miembro del equipo de campo del proyecto ETES en Venezuela, Panamá y Colombia, donde laboró hasta el 28 de febrero de 1983.

El 1 de marzo de 1983 ingresó a la Escuela de Posgrado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, en Turrialba - Costa Rica donde obtuvo el grado de Magister of Science en Producción Animal en junio de 1985.

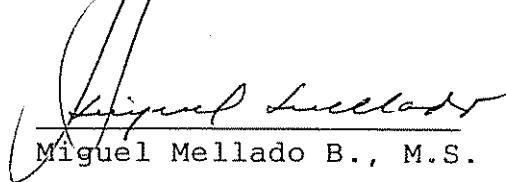
Esta tesis ha sido aprobada en la forma presente por la  
Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en  
Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales,  
bajo el Convenio UCR-CATIE,  
como requisito parcial para optar el grado de

Magister Scientiae

JURADO:

  
\_\_\_\_\_  
Jorge de Alba, Ph.D.

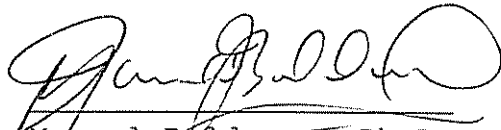
Profesor Consejero

  
\_\_\_\_\_  
Miguel Mellado B., M.S.

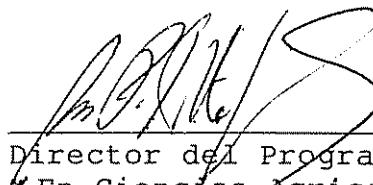
Miembro del Comité

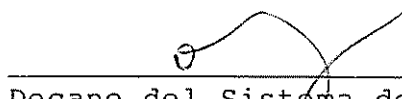
  
\_\_\_\_\_  
Maria L. Kass, Ph.D.

Miembro del Comité

  
\_\_\_\_\_  
Manuel Baldares, Ph.D.

Miembro del Comité

  
\_\_\_\_\_  
Director del Programa de Estudios de Posgrado  
En Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales  
UCR-CATIE

  
\_\_\_\_\_  
Decano del Sistema de Estudios de Posgrado de  
la Universidad de Costa Rica

  
\_\_\_\_\_  
Raúl Botero Botero (Candidato)



# INDICE

	<u>Página</u>
LISTA DE CUADROS .....	xv
LISTA DE FIGURAS .....	xviii
LISTA DE ANEXOS .....	xix
RESUMEN .....	xx
SUMMARY .....	xxi
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	7
3. MATERIALES .....	19
3.1. Evaluación de la tecnología ganadera tradicional .....	19
3.2. Descripción de las prácticas de manejo tradicional y sus parámetros biológicos ....	20
3.2.1. Area, topografía, suelo y especies forrajeras .....	20
3.2.2. Composición del hato .....	22
3.2.3. Carga animal, tipo de monta y destete .....	24
3.2.4. Suplementación mineral .....	25
3.2.5. Prácticas de sanidad animal .....	25
3.2.6. Parámetros reproductivos .....	27
3.2.7. Peso de terneros al destete y ganancia de peso en animales de levante .....	38
3.2.8. Indices de producción .....	40
3.3. Validación de tecnología mejorada .....	40
3.4. Descripción de los componentes de la tecnología mejorada bajo validación con hatos de cría .....	43

	<u>Página</u>
3.4.1. Suplementación mineral <u>ad libitum</u> .	44
3.4.2. Restricción de la estación de monta .....	44
3.4.3. Uso estratégico de pastos intro- ducidos .....	44
3.4.4. Edad fija de destete .....	46
3.4.5. Aplicación de programa de sanidad animal .....	46
3.4.6. Uso de registros sobre animales y praderas .....	46
3.4.7. Manejo programado de la Sabana Nativa .....	48
3.4.8. Uso de infraestructura mínima de bajo costo .....	48
3.5. Localización del estudio .....	49
3.5.1. La finca prototipo .....	49
3.5.2. Datos tomados .....	51
4. METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE DATOS .....	54
4.1. Parámetros biológicos medidos en vacas de cría .....	54
4.1.1. Numeración por archivos .....	54
4.1.2. Peso de las vacas de cría, novillas de reemplazo y terneros al destete .	55
4.1.3. Estado de lactancia y palpación ....	55
4.1.4. Fechas de aborto, parto y muerte de terneros .....	56
4.1.5. Peso de las vacas al parto .....	56
4.1.6. Número y sexo del ternero .....	56
4.1.7. Peso del ternero al destete .....	56

	<u>Página</u>
4.1.8. Fecha de destete .....	57
4.1.9. Edad del ternero al destete .....	57
4.1.10. Peso de la vaca al destete .....	57
4.1.11. Fecha de concepción .....	57
4.1.12. Peso de la vaca a la concepción ...	58
4.1.13. Peso de la vaca al destete .....	58
4.1.14. Intervalo entre concepciones .....	58
4.1.15. Tipo de concepción .....	59
4.1.16. Tipo de intervalo entre concep- ciones .....	59
4.1.17. Días de lactancia .....	59
4.1.18. Estado fisiológico .....	60
4.1.19. Peso corregido del ternero al destete .....	60
4.1.20. Peso ajustado .....	61
4.1.21. Tasa de natalidad .....	63
4.1.22. Tasa de mortalidad de terneros ....	63
4.1.23. Tasa de destete .....	63
4.1.24. Kilogramos totales de ternero des- tetado por año .....	64
4.1.25. Tasa de mortalidad en vacas .....	64
4.1.26. Edad de las vacas .....	64
4.2. Comparación entre la muestra y la pobla- ción .....	66
4.3. Parámetros biológicos medidos en novillas de reemplazo .....	67
4.3.1. Numeración por archivos .....	67

4.3.2.	Tasas productivas y reproductivas .....	67
4.3.3	Tasa de mortalidad en novillas de reemplazo .....	68
4.3.4.	Edad de las novillas de reemplazo ..	68
4.4.	Unidades animales (U.A) .....	69
4.5.	Descripción del modelo de simulación utilizado .....	69
4.5.2.	Características del modelo HATSIM ..	72
4.5.3	Estructura del modelo .....	73
4.6.	Sistemas de producción simulados .....	76
4.7.	Análisis de sensibilidad .....	77
5.	RESULTADOS Y DISCUSION .....	80
5.1.	Introducción .....	80
5.2.	Parámetros biológicos .....	80
5.2.1.	Desarrollo del hato .....	80
5.2.2.	Peso y edad de los animales .....	84
5.2.3.	Tasas de concepción y abortos .....	96
5.2.4.	Tasas de natalidad, mortalidad de terneros y destete .....	98
5.2.5.	Monta estacional .....	99
5.2.6.	Mortalidad de terneros por etapas de vida .....	100
5.2.7.	Carga animal .....	100
5.3.	Proyectos simulados .....	104
5.3.1.	Conceptos utilizados .....	104
5.3.2.	Ingreso mínimo .....	104

	<u>Página</u>
5.3.3. Determinación del hatu estable .....	105
5.3.4. Valores máximos de inventario .....	111
5.3.5. Hato estable por sistema .....	112
5.3.6. Valores de inventario inicial .....	114
5.3.7. Peso de cada categoría .....	115
5.3.8. Tasa de interés para los créditos de fomento ganadero .....	119
5.3.9 Tasa de inflación .....	119
5.3.10. Tasa de amortización sobre el crédito .....	120
5.3.11 Tratamiento de los precios .....	121
5.3.12. Monto del crédito .....	123
5.3.13. Unidades y precios de los insumos .	124
5.3.14. Unidades y valores de las inver- siones .....	127
5.3.15 Valor de la tierra .....	131
5.3.16. Venta de unidades de inversión o valor de rescate .....	132
5.4. Producción comparada de carne entre los sistemas tradicional, validado y simulados.	134
5.5. Producción de carne en el análisis de sensibilidad .....	144
5.6. Rentabilidad .....	148
5.6.1. Nota introductoria .....	148
5.6.2. Rentabilidad del sistema tradi- cional .....	149
5.6.3. Rentabilidad del sistema validado .	150
5.6.4. Rentabilidad de los sistemas simulados .....	151

	<u>Página</u>
5.6.5. Rentabilidad en el análisis de sensibilidad .....	153
5.6.6. Rentabilidad por persistencia de la pradera mejorada .....	156
6. CONCLUSIONES .....	158
6.1. Generales .....	158
6.2. Específicas .....	160
BIBLIOGRAFIA .....	162-180
ANEXOS .....	181-240

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro Nº</u>	<u>Página</u>
1. Comparación entre indicadores de productividad en hatos de Sabana bajo manejo tradicional y manejo recomendado .....	4
2. Algunas características químicas de los suelos de las fincas estudiadas .....	21
3. Inventario de ganado (promedio de cuatro (4) visitas). .....	23
4. Suplementación con minerales expresada en términos de fósforo .....	26
5. Tasa de concepción en fincas explotadas bajo el sistema tradicional en los Llanos Orientales de Colombia .....	28
6. Tasa de abortos en fincas explotadas bajo sistema tradicional en los Llanos Orientales de Colombia .....	29
7. Tasa de natalidad estimada en fincas explotadas bajo el sistema tradicional en los Llanos Orientales de Colombia .....	30
8. Tasa de mortalidad de terneros en fincas explotadas bajo el sistema tradicional en los Llanos Orientales de Colombia .....	31
9. Tasa de destete estimada en fincas explotadas bajo el sistema tradicional en los Llanos Orientales de Colombia .....	32
10. Efectos de la suplementación mineral sobre el comportamiento reproductivo de las vacas y el peso vivo de vacas y de terneros en Carimagua - Colombia .....	39
11. Programa sanitario - Hatos de cría, Altillanura Oriental de Colombia .....	47
12. Comparación de parámetros de suelo (0-20 cm) entre Carimagua y la Finca "El Viento" .....	50

13.	Inventario anual por categorías animales finca "El Viento" .....	81
14.	Muertes anuales por categorías animales, finca "El Viento" .....	82
15.	Compras anuales por categorías animales, finca "El Viento" .....	82
16.	Ventas anuales por categorías animales, finca "El Viento" .....	83
17.	Promedio de peso anual de vacas de cría en diferentes estados fisiológicos, finca "El Viento" .....	84
18.	Comparación de pesos de vacas de cría en diferentes estados fisiológicos, entre los sistemas tradicional y mejorado, finca "El viento" .....	85
19.	Número, tasa y peso anual de vacas lactantes preñadas, finca "El Viento" .....	86
20.	Promedio anual de edad en vacas de cría y en novillas dereemplazo finca "El Viento" ...	89
21.	Edad y peso a la concepción en novillas de reemplazo, finca "El Viento" .....	90
22.	Desempeño reproductivo de novillas en <u>A gayanus/S. capitata</u> (AS) y Sabana sujetas a diferentes tipos de manejo en la finca 07. Datos hasta julio de 1984. ....	92
23.	Tasas de concepción en novillas en pastos mejorados y Sabana, en experimentos en fincas. Datos de mayo de 1983.....	93
24.	Desempeño reproductivo de novillas en la finca 15 hasta julio 1984, en relación al tipo de pradera .....	93
25.	Número y promedio de peso general y corregido de los terneros al destete, finca "El Viento" .....	94



26.	Kilos anuales de ternero destetado, finca "El Viento" .....	95
27.	Tasas de concepción y aborto, finca "El Viento" .....	97
28.	Tasas de natalidad, mortalidad y destete, finca "El Viento" .....	98
29.	Número y porcentaje de concepciones durante la estación de monta, finca "El Viento" .	100
30.	Mortalidad de terneros, finca "El Viento" ..	101
31.	Carga animal U.A. /ha, finca "El Viento" ...	103
32.	Ganancias de peso comparativas de novillas jóvenes y de novillos adultos en <u>Andropogon gayanus/Stylosanthes capitata</u> , en la finca 15.....	118
33.	Peso estimado por categorías animales y sistemas tradicional y mejorado en los Llanos Orientales de Colombia .....	119
34.	Promedio de precio anual de la carne , Feria de Puerto López (Meta) .....	122
35.	Kilogramos de carne producidos en los sistemas simulados , validado y tradicional, finca "El Viento" (3052 hectáreas) .....	143
36.	Kilogramos de carne producidos por análisis de sensibilidad sobre Sistema Simulado 1, finca "El Viento" (3052 hectáreas).....	147
37.	Tasa interna de retorno (TIR%) en sistemas simulados .....	152
38.	Tasa interna de retorno (TIR%) para el análisis de sensibilidad .....	155

## LISTA DE FIGURAS

<u>Figura N<sup>o</sup></u>	<u>Página</u>
1. Mapa de vegetación y paisajes de la Orinoquia y Amazonia Colombiana .....	2
2. Distribución de la precipitación en Carimagua (Llanos Orientales de Colombia) promedio 1973-1981 .....	3
3. Descripción de los factores que actúan sobre un sistema de producción animal en praderas.	9
4. Diagrama de ganado de carne, flujo de pradera y hato .....	11
5. Proyecto ETES, Llanos Orientales de Colombia: relación entre los porcentajes de concepción medidos en dos años consecutivos en 12 fincas.....	33
6. Proyecto ETES, Llanos Orientales de Colombia: tasa anual de concepción de las vacas en función de su peso, promedio sobre cuatro pesajes semestrales. Datos de 14 fincas.....	35
7. Relación entre la tasa de carga y la productividad en 16 fincas del proyecto ETES - I en Colombia .....	41
8. Composición de la mezcla de sal mineralizada, estimada para la Zona de Carimagua, Colombia .....	45
9. Diagrama del Programa HATSIM .....	71
10. Flujo del hato de cría, levante y ceba .....	74

# LISTA DE ANEXOS

	<u>Página</u>
1. Mapa general, finca "El Viento" .....	181
2. Mapa de praderas mejoradas, finca "El Viento" .....	182
3. Hoja de codificación para archivo variante de vacas. Proyecto ETES fase II - Colombia.	183
4. Hoja de codificación para archivo variante de novillas. Proyecto ETES fase II - Colombia .....	184
5. Libro de códigos. Proyecto ETES fase II - Colombia .....	185-191
6. Programa del modelo HATSIM modificado .....	192-215
7. Salida de computador para el modelo HATSIM modificado .....	216-240

## RESUMEN

El trabajo lo realiza el Programa de Pastos del Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT en la Altillanura de los Llanos Orientales de Colombia. Los resultados se originaron del Proyecto "Evaluación técnico-económica de sistemas de producción de ganado de carne-ETES. La fase (I) de diagnóstico dinámico (1977-1979) se llevó a cabo en 16 fincas privadas (46.447 hectáreas) explotadas bajo el sistema tradicional. La fase (II) de validación de tecnología mejorada se realiza actualmente (1979-1985) en seis de las fincas (15.590 hectáreas) que participaron en la fase inicial. Para este estudio se utilizaron 4.365 datos sobre vacas de cría, novillas para reemplazo y terneros al destete, obtenidos durante la fase parcial de validación (1979-1983) en la finca "El Viento", con una extensión de 3.052 hectáreas. Se plantaron 170 hectáreas (5,6% del área) en pradera mejorada (gramíneas y leguminosas). Se implantó monta estacional (mayo a octubre), eliminación de hembras subfértiles, destete a edad fija (9 meses), sal mineralizada (8% de P) a voluntad, programa de sanidad animal y uso de infraestructura mínima de bajo costo. Los datos se analizaron mediante programas SAS (Statistical Analysis System). Los parámetros bioeconómicos resultantes en ésta y las otras cinco fincas, se utilizaron para evaluar la rentabilidad de sistemas alternos de producción para ganadería extensiva de cría, mediante simulación efectuada con un modelo de presupuesto computarizado. El mismo hato inicial se proyectó durante 25 años y, el flujo anual de ingresos netos de la finca se utilizó para calcular la Tasa Interna de Retorno (TIR) de cada sistema, por el método de flujos de caja descontados. Los sistemas de producción simulados fueron: 1) Cría, levante y ceba; 2) Cría y levante; 3) Cría y ceba; 4) Cría exclusiva; evaluados a tres persistencias de la pradera mejorada (6, 9 y 12 años) y, con o sin acceso a crédito subsidiado. Se realizó un análisis de sensibilidad sobre el sistema uno que resultó ser el más productivo; se introdujeron cambios en secuencia acumulativa: 1) disminución de la tasa de mortalidad de terneros del 13 al 7%; 2) mantenimiento de la tasa de natalidad constante al 65%; 3) incremento de la proporción de pradera mejorada del 5,6% al 9,8%. Los resultados de simulación indicaron que sin acceso a crédito subsidiado (18% de interés anual) ninguno de los sistemas de producción alcanzaría el costo de oportunidad del capital. Con acceso a crédito se superaría ese nivel para el sistema de cría, levante y ceba a partir de seis años de persistencia de la pradera mejorada. En el sistema de cría y levante se obtendría el nivel mínimo de superación del costo de oportunidad del capital a partir de nueve años de persistencia de la pradera mejorada. En el análisis de sensibilidad, al aumentar la proporción de pradera mejorada al 9,8% se presentó un descenso en la TIR, debido a los altos costos de fertilización para mantenimiento de la pradera mejorada.

## SUMMARY

The work is part of a study currently underway which is carried out by the Pasture Program of the International Center for Tropical Agriculture - CIAT, in the non-flooding savannahs of eastern Colombia. The study was funded by the ETES project "Technical-Economic Evaluation of Beef Production Systems". In the first phase (1977-1979) 16 privately owned farms covering 46,500 ha were investigated by recurrent surveys. These farms were managed by traditional extensive ranching methods. In the second phase (1979-1985) the effectiveness of improved technology is being studied on six of the 16 farms. The six farms encompass a total area of 15,600 ha. The work reported here is still carried out by CIAT on one of the six farms with 3,052 ha. Individual 4365 animal records were obtained for brood cows, replacement heifers and unweaned calves, during five years (1979-1983). A total of 170 ha were planted with improved grasses and legumes. New herd management methods were: mating only from May to October, slaughter of subfertile females, weaning at the fixed age of 9 months, provision of mineralized salt (8% P) ad libitum, establishment of an animal health programme and a basic minimum of low cost investments. The data handling and analytical routines in SAS (Statistical Analysis System) were used to manage the field information. The parameters of biological and economic variables obtained from the selected farm and the other five farms were incorporated into a computerized budget simulation model. The model was used to evaluate the profitability of different systems of production for area - extensive ranching of breeding herds. ~~From its original state, the development of this farm herd was simulated~~ for 25 years. The annual flow of net income is used to calculate the Internal Rate of Return (IRR) for each production system by discounted cash flows. Four production systems were simulated: 1) cow-calf, stocker and fattening; 2) cow-calf and stocker; 3) cow-calf and fattening; 4) cow-calf exclusively. Each system was tested at three levels of persistence of the improved pasture (6, 9 and 12 years), and with or without access to subsidised agricultural credit. A sensitivity analysis was performed on system 1 (cow-calf, stocker and fattening) which had the greatest beef production. It was obtained from the accumulative sequential introduction of improvements: 1) reduction in the annual rate of calf mortality from 13 to 7 per cent; 2) maintenance of the annual birth rate at a constant 65 per cent; 3) increase in the proportion of improved pasture from 5,6 to 9,8 per cent. The simulation study showed that none of the production systems would equal the opportunity cost of capital without access to subsidised credit (18% annual rate). With credit, the cow-calf, stocker and fattening system would return the opportunity cost of capital after six years of persistence of improved pasture. The cow-calf and stocker system needed nine years of persistence to reach the same level of returns. The sensitivity analysis showed that IRR would decrease if the improved to unimproved pasture ratio increased from 5,6 to 9,8 per cent; this is due to the high cost of the fertilizer requirements for the maintenance of the improved pasture.