


EVALUACION ECONOMICA DE SISTEMAS DE PRODUCCION DE  
CARNE DE RES EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Gustavo A. Nores   
Rubén Darío Estrada\*

RESUMEN

Utilizando resultados preliminares obtenidos en un experimento de sistemas de hatos se evaluó la rentabilidad de sistemas alternativos de cría mediante simulación a nivel de finca efectuada con un modelo de presupuesto computarizado. El mismo hato inicial se desarrolló durante un periodo de 25 años y el flujo de ingresos netos de la finca se utilizó para calcular la tasa interna de retorno de cada sistema mediante el método de flujos de caja descontados. Los tratamientos experimentales considerados como sistemas alternativos fueron: a) sistema nativo con suplementación de sal; b) suplementación *ad libitum* con minerales; c) idem pero destetando todos los terneros a los tres meses de edad; d) pastoreo del hato reproductor en praderas de *Melinis minutiflora* durante la estación lluviosa y de sabana nativa durante la estación seca; y e) idem más destete precoz. Además se simularon dos sistemas bajo un conjunto de supuestos específicos: f) pastoreo del hato reproductor en praderas de *Brachiaria decumbens* y g) pastoreo en mezclas de gramíneas y leguminosas. De las alternativas para las que se cuenta con resultados experimentales, el pastoreo en praderas de sabana nativa con suplementación mineral es el sistema más rentable. El destete precoz no es rentable bajo las condiciones actuales de manejo y de costos, aunque podría convertirse en una alternativa económica en el caso de que una alta proporción de la finca se implantara con praderas mejoradas. El pastoreo de todo el hato reproductor en praderas de *M. minutiflora* es menos rentable que el sistema de sabana nativa. Los resultados de simulación indican que *B. decumbens* en ausencia de subsidios vía crédito a bajas tasas de interés sería de una rentabilidad similar al sistema nativo, mientras que el pastoreo del hato de cría en mezclas de gramíneas y leguminosas puede ser significativamente más rentable. Se evaluó la rentabilidad a nivel de finca de engorde en *M. minutiflora* y *B. decumbens* con base en resultados experimentales de cuatro años. Además se simuló el engorde en mezclas de gramíneas y leguminosas sobre la base de supuestos conservadores en materia de aumentos de peso. Nuevamente *B. decumbens* mostró ser más rentable que *M. minutiflora* y las mezclas de gramíneas y leguminosas con bajo empleo de insumos parecen ser alternativas mucho más atractivas desde el punto de vista económico. Los resultados de los análisis de sensibilidad indican que el valor de los insumos aplicados a las praderas, así como la frecuencia de su aplicación, afectan los niveles de rentabilidad en forma significativa. La respuesta animal a la fertilización de las praderas debe ser relativamente alta para que dicha práctica sea rentable. En conclusión, el uso de insumos mínimos (bajos costos de establecimiento y mantenimiento) parece ser la estrategia de investigación adecuada para sistemas en que el grueso del hato se pastoree en praderas mejoradas. Sólo podrán utilizarse económicamente niveles altos de insumos cuando se emplee una superficie reducida de pradera mejorada de manera estratégica (con alta respuesta animal) o bajo condiciones de altos subsidios crediticios y/o a los precios de los insumos.

En los Llanos Orientales de Colombia\* predomina el sistema de cría extensiva. Las prácticas más comunes incluyen el pastoreo en praderas nativas con cargas que oscilan entre 0.1 y 0.25 UA/ha y suplementación con sal (no necesariamente *ad libitum*). Algunas fincas tienen un área pequeña de pastos mejorados generalmente de menos de un 3% del área total. Las especies más comúnmente utilizadas son *Melinis minutiflora* Beauv. y *Brachiaria decumbens* Stapf. En general la productividad de los hatos es bastante baja. La tasa promedio de nacimientos es del orden de 45-55%, la proporción de abortos es alta y el número de vacas que conciben durante la lactancia es muy bajo (8-11-12). La alta tasa de mortalidad de terneros es otro factor que contribuye a que la tasa de extracción de la región sea baja (1-7).

En este estudio se evaluó la rentabilidad a nivel de finca de sistemas alternativos de cría y levante utilizando los resultados preliminares de un experimento de ciclo parcial de vida de hatos de cría. El experimento se efectuó en el Centro de Investigaciones Agropecuarias—Carimagua del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) como un proyecto en colaboración entre el ICA y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). El objetivo del experimento fue estudiar los efectos de diversas técnicas de manejo en el desempeño reproductivo y el crecimiento de hatos reproductores e incluir las siguientes variables: suplementación mineral, pastoreo en sabana nativa y/o *M. minutiflora*, suplementación con urea y melaza, destete precoz y dos razas de toros. Los resultados promedio de cuatro años reproductivos (registrados en 1) se utilizaron para evaluar la rentabilidad de sistemas seleccionados a nivel de la finca. La suplementación de urea melaza no se incluyó como sistema alternativo ya que en el experimento no se detectó ningún efecto de esta suplementación en los parámetros reproductivos (1).

\* Para una descripción detallada de las condiciones ambientales, así como de los sistemas de producción prevalente ver 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12.

Los tratamientos experimentales con siderados como sistemas alternativos fueron:

**Sistemas 1 y 2** Sistemas tradicionales en que todo el hato pastorea en sabana nativa recibiendo suplementación de sal *ad libitum* con una ingestión promedio de 12 kg/año/UA de sal (similar a los Hatos 2 y 3 del experimento). En el Sistema 1 se asumió que la mortalidad de terneros era de 15% en vez del resultado experimental de 26% ya que este último valor parece sobreestimar las pérdidas reales a nivel de finca. En efecto, incluso una mortalidad de terneros de un 15% implica que el hato se reduce en tamaño con el tiempo. Por lo tanto se incluyó el Sistema 2 como un caso más representativo del sistema prevalente en la región (Cuadro 1).

**Sistemas 3 y 4** Pastoreo de todos los animales en praderas nativas con suplementación *ad libitum* de una mezcla mineral completa con una ingestión promedio de 16 kg/año/UA (como en los Hatos 4 y 5).

**Sistemas 5 y 6** Iguales a los anteriores pero con destete de todos los terneros a los 86 días de edad. En el experimento los terneros destetados recibieron un suplemento calórico-proteínico (20% de proteína) de 0.75 kg/día durante un mes y *Axonopus scoparius* (Flügge) Hitchc *ad libitum* y picado. Durante un período adicional de dos meses se les suministró 0.5 kg/día del mencionado suplemento pastoreando en rotación *Paspalum plicatulum* Michx. *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw (cuando se encontraba disponible) y una mezcla de *M. minutiflora* e *Hyparrhenia rufa* (Nees) Stapf. Después de los seis meses de edad los terneros pastorean sabana nativa y reciben solamente suplementación mineral. Dada la ubicación y las condiciones de las praderas utilizadas en los tratamientos de destete precoz del experimento y con el fin de extrapolar los resultados de los tratamientos a nivel de finca se asumió que dichos pastos

Cuadro 1. Parámetros utilizados en el desarrollo de los datos de sistemas de producción alternativos

Sistema	Tratamientos			Parámetros					
	Pasto	Minerales	Destete	Tasa de natalidad	Tasa de mortalidad		Tasa de apareamiento de las vaquillas <sup>b</sup>		
					Terneros <sup>a</sup>	Adultos	2 3 años	3 4 años	4 5 años
					%				
1 <sup>c</sup>	Nativo	Sal	Normal	46	15	5	0	60	100
2 <sup>d</sup>	Nativo	Sal	Normal	50	8	5	0	60	100
3 <sup>c</sup>	Nativo	Mezcla completa	Normal	65	12	5	0	90	100
4 <sup>e</sup>	Nativo	Mezcla completa	Normal	61	8	5	0	90	100
5 <sup>c</sup>	Nativo	Mezcla completa	Precoz	87	13	4	0	80	100
6 <sup>e</sup>	Nativo	Mezcla completa	Precoz	77	8	4	0	80	100
7 <sup>c</sup>	<i>M. minutiflora</i> + nativo	Mezcla completa	Normal	64	10	5	10	90	100
8 <sup>e</sup>	<i>M. minutiflora</i> + nativo	Mezcla completa	Normal	60	7	5	10	90	100
9 <sup>d</sup>	<i>M. minutiflora</i> + nativo	Mezcla completa	Precoz	85	8	4	0	90	100
10 <sup>e</sup>	<i>M. minutiflora</i> + nativo	Mezcla completa	Precoz	77	7	4	0	90	100
11 <sup>f</sup>	<i>B. decumbens</i> + nativo	Mezcla completa	Normal	64	10	5	10	90	100
12 <sup>f</sup>	Leguminosa + nativo	Mezcla completa	Normal	77	7	3	20	100	

<sup>a</sup> Hasta de un año

<sup>b</sup> Peso > 270 kg

<sup>c</sup> Basado en resultados de carnosidad e producción

<sup>d</sup> Basado en datos de encuesta

<sup>e</sup> La mortalidad y la mortalidad de terneros se reducen en ambas acciones estando de acuerdo al estudio experimental

<sup>f</sup> Los atributos de los parámetros son supuestos

necesitaban irrigación durante la época seca. Por lo tanto se añadió a los costos de este tratamiento el valor de un equipo pequeño de irrigación y los gastos correspondientes de mano de obra y operación.

**Sistemas 7 y 8** Pastoreo de vacas toros y terneros lactantes en praderas de *M. minutiflora* durante la estación lluviosa y sabana nativa durante la estación seca. todos los animales recibieron suplementación mineral *ad libitum* con un consumo promedio de 22 kg/año/UA (como en los Hatos 6 y 7).

**Sistemas 9 y 10** Similar a Sistemas 7 y 8 pero destetando a los 86 días con un tratamiento de los animales destetados similar al utilizado para los Sistemas 5 y 6.

**Sistema 11** Igual al Sistema 7 pero con pastoreo en praderas de *B. decumbens* durante la estación lluviosa con una carga de 1.7 UA/ha y sabana durante la estación seca. Se asumió que el desempeño reproductivo y de aumento de peso serían iguales a los del Sistema 7 y que esta especie requeriría una fertilización inicial similar a *M. minutiflora* con una aplicación adicional de 200 kg/ha de Escoria Thomas cada dos años.

**Sistema 12** Pastoreo de vacas toros y terneros lactantes en una pradera hipotética de mezclas de gramíneas y leguminosas con una carga de 2.0/1.0 UA/ha en las estaciones lluviosa y seca respectivamente. En este sistema los parámetros de reproducción y producción asumen valores arbitrarios considerados como metas deseables.

Para cada sistema basado en resultados experimentales (Sistemas 3 al 10) se consideraron dos casos en términos de las tasas de natalidad y mortalidad de terneros. En el primer caso se extrapolaron los valores experimentales de estos parámetros directamente al nivel de finca (sistemas denotados por números impares). En el segundo caso (sistemas denotados por números pares) ambos parámetros recibieron valores arbitrarios a nivel de finca.

que eran más bajos que los obtenidos en el experimento. En cada caso los valores de las tasas de natalidad se obtuvieron restando una desviación estándar de los valores medios experimentales correspondientes. Los porcentajes de mortalidad de terneros también fueron fijados arbitrariamente a niveles más bajos que los experimentales suponiendo un buen manejo de los animales durante la etapa cercana al parto.

Los principales parámetros biológicos utilizados para simular el desarrollo del hato bajo cada sistema se presentan en el Cuadro 1. Dado que al comienzo del experimento la distribución de frecuencia del peso de las vaquillas en el momento de la concepción alcanzaba su máximo a los 270 kg se utilizó este peso como criterio de apareamiento en todos los sistemas. La edad de apareamiento para cada sistema se obtuvo simulando el crecimiento de las vaquillas a partir del peso promedio experimental por tratamiento a los 18 meses de edad añadiendo los promedios de ganancias de peso anual obtenidas en experimentos con novillos en tratamientos similares (6) y haciendo un ajuste de un 10% menos para tomar en cuenta las diferencias de peso entre machos y hembras. En sistemas de destete precoz versus destete normal se asumió que las diferencias absolutas de peso que se observaron a los 18 meses de edad se mantenían a través del tiempo.

Otros parámetros utilizados en el desarrollo de hatos para todos los sistemas fueron relación toro/vaca 1:20, reemplazo de vacas 15% anual, reemplazo de toros 20% anual e igual proporción de machos y hembras en los nacimientos.

## METODO

Sobre la base de dichos parámetros y supuestos se simuló el desarrollo de un hato inicial de 190 vacas para todos los sistemas durante un período de 25 años para una finca comercial de 2 500-3 000 ha. El flujo de ingresos netos de la finca se utilizó para calcular la tasa interna de retorno de cada sistema mediante el método de flujos de caja descontados. Los precios utilizados

corresponden a precios promedios de 1976 a nivel de finca asumiéndose que estos precios permanecerían constantes a través del tiempo en términos reales. Para efectos del cómputo se utilizó un modelo de presupuesto computarizado (HATSIM) desarrollado en el CIAT (2)

Los costos de establecimiento de praderas utilizados fueron los costos de sistemas convencionales de siembra (dos rastreos con discos) en 1976 es decir US\$120 133 y 155 por ha para *M. minutiflora*, *B. decumbens* y la pradera de gramíneas y leguminosas respectivamente. Se supuso que *M. minutiflora* persistiría 25 años sin necesidad de fertilizar que la persistencia de *B. decumbens* sería de 12 años y requeriría solo 30 kg/ha de  $P_2O_5$  en el momento del establecimiento y una fertilización similar cada dos años. Así mismo se supuso que la persistencia de la pradera de gramíneas y leguminosas sería de 12 años y requeriría 50 kg/ha de  $P_2O_5$ , 25 de  $K_2O$ , 20 de S y 20 de Mg en el momento de establecimiento. El costo anual de mantenimiento de esta pradera se estimó en US\$22/ha/año equivalente a aplicaciones de 30 kg/ha de  $P_2O_5$ , 10 de  $K_2O$ , 5 de S y 5 kg/ha de Mg a precios de 1976.

Debido a que los precios de los insumos y del ganado varían de acuerdo a la distancia al mercado, las evaluaciones se realizaron para dos regiones: a) la comprendida entre Puerto López y Puerto Gaitán y b) el área alrededor de Carimagua que está más alejada del mercado (Bogotá). Los precios de mercado de tanto los insumos como del ganado fueron corregidos tomando en cuenta los costos de transporte con el objeto de obtener los precios a nivel de finca para cada región.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 2 resume el desempeño resultante de los sistemas para fincas comerciales de 2 500 a 3 000 ha. Estos resultados se analizan a continuación utilizando como criterio la tasa de retorno al capital y manejo.

## Minerales

Los Sistemas 3 y 4 de pastoreo en sabana nativa con suplementación mineral son los más rentables entre las alternativas consideradas. La única excepción es el Sistema 12 el cual simula el caso de una pradera asociada de gramíneas y leguminosas. En orden decreciente de rentabilidad lo siguen los Sistemas 5 y 6 (que incluyen el destete precoz) y el Sistema 2 (sistema nativo suplementado con sal).

Cuando se analiza la viabilidad de la adopción de una nueva tecnología se debe considerar la rentabilidad de pasar del sistema existente al sistema propuesto. La tasa de retorno incremental puede utilizarse como estimado de dicha rentabilidad. Es decir, el retorno al capital adicional requerido por el nuevo sistema incluyendo el capital circulante. Esta tasa de retorno incremental se define como aquella tasa que utilizada para descontar iguala el valor descontado de los aumentos en ingreso bruto al valor descontado de los aumentos en costos. En el caso de pasar del Sistema 2 al Sistema 3 se encontró que la tasa de retorno incremental era de un 25% (Cuadro 3). Por tanto, la suplementación mineral puede considerarse como altamente rentable en el caso de los Llanos Orientales colombianos. Una de las razones por las cuales dicha práctica no se ha generalizado aun en dicha región puede ser la reducción de ingresos netos que ocurre durante los primeros años de su implementación hasta que la producción adicional es vendida (Cuadro 2). Así mismo, debido al gran tamaño de las fincas y a las distancias entre potreros, la falta de medios de transporte en las fincas hace que en muchos casos el suministro regular de minerales a todo el ganado resulte difícil. La irregularidad en la suplementación de minerales probablemente reduce el impacto de este tratamiento. Además, de los factores anotados, otras razones como ausentismo, las dificultades de acceso a las fincas durante la estación lluviosa y dificultades para obtener en el mercado mezclas de alta calidad regularmente pueden contribuir a

Cuadro 2 Resumen del desempeño simulado de sistemas de producción alternativos en los Llanos colombianos

Sistema	Area en pastos mejorados		Tamaño del hato reproductor		Inversión		Ingreso anual neto		Tasa de retorno	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Pastos	Total *	Año 4	Año 13	Región	
	ha		vacas		000 US\$				A	B
1			190	127		90	6.4	5.2	5.5	3.6
2			190	182		90	7.5	7.3	8.1	6.3
3			190	230		91	6.3	10.7	10.0	9.0
4			190	230		91	5.9	10.2	9.8	8.9
5	12	12	190	190	4	97	5.0	10.8	9.1	7.5
6	12	12	190	190	4	97	5.6	7.6	6.4	7.4
7	450	650	190	325	78	172	6.7	9.6	5.0	3.7
8	450	650	190	325	78	172	6.7	9.0	4.6	3.3
9	450	516	190	250	67	160	4.2	18.2	6.3	4.8
10	450	516	190	250	67	160	4.7	16.0	5.2	4.6
11*	100	190	190	325	25	118	6.7	9.6	8.5	nd
12	95	162	190	325	25	121	7.5	27.9	14.0	nd

Los vaño es corresponden al año 8 Región A

Incluye el valor del ganado y de mejoras excluye el valor de la tierra. La Región A está situada entre Puerto López y Puerto Gaitán. la Región B cerca a Carimagua

Basado en valores supuestos para el desempeño animal

Cuadro 3 Retorno incremental al capital y al manejo al pasar del sistema tradicional (2) a sistemas alternativos

Sistema	Tratamiento		Tasa de retorno	
	Pasto	Suplemento mineral	Inversión	Total Incremento
			000 US \$	%
2	Nativo	Sal	90	8.1
3	Nativo	Minerales	91	10.0
2 a 3			1	25.0
11	<i>B. decumbens</i> + nativo	Minerales	118	8.5
2 a 11			28	9.4
	Asociación con leguminosas			
12	+ nativo	Minerales	121	14.0
2 a 12			31	22.0

explicar por qué en esta región no se ha generalizado aun el uso regular de la suplementación mineral

### Destete precoz

A pesar de que esta práctica ocasiona un gran aumento de la natalidad no resultó rentable a los niveles actuales de costos y manejo de la región. Como puede observarse en el Cuadro 2 la tasa de retorno del Sistema 5 fue más baja que la del Sistema 3. Así mismo se observó una reducción considerable en el ingreso neto durante los primeros años siguientes a la implantación de dicha práctica.

El desempeño relativamente pobre de los terneros precozmente destetados especialmente de los que fueron destetados durante la estación seca (1) el alto costo del suplemento calórico proteínico y de la mano de obra y los costos de establecimiento y mantenimiento del pasto mejorado contribuyen a este resultado contrarrestando los beneficios económicos de una mayor producción. Como se señala en CIAT (1) debido a la baja fertilidad del suelo y a la distribución de la precipitación no existe actualmente tecnología disponible (para

esta región) para producir a nivel de finca y con bajos niveles de insumos 1) los componentes de un concentrado adecuado 2) especies forrajeras de corte con alto rendimiento durante el año y 3) especies forrajeras con valor alimenticio adecuado. En la actualidad por tanto el destete precoz en sistemas de monta continua no resulta rentable en esta región debido a que requiere disponibilidad de alimentos de alta calidad durante todo el año.

A pesar de la demora en la recuperación de lo invertido esta práctica resulta ligeramente más rentable que el destete normal en sistemas de pastoreo intensivo (9 y 10 versus 7 y 8) ya que al aumentar la eficiencia reproductiva se reduce la inversión requerida en pradera por unidad de producto (ventas de ganado). Sin embargo estos resultados más que un indicativo de rentabilidad del destete precoz reflejan la necesidad de reducir el costo de las praderas mejoradas si se han de implantar en una proporción importante de la finca.

No obstante debido a que es un hecho que el destete precoz aumenta considerablemente las tasas de natalidad al reducir el estrés de la lactancia esta

practica amerita nuevas investigaciones tanto en terminos de un periodo de lactancia mas prolongado (más de 84 días) para evitar la suplementación con concentrados cuando para lograr un mejor desempeño de los animales destetos mediante el uso de forrajes de alto valor nutritivo durante todo el año. Esto enfatiza una vez mas la necesidad de continuar los esfuerzos de investigacion en materia de pastos y forrajes adaptados a la región.

### Praderas mejoradas

Los sistemas basados en el pastoreo en *M minutiflora* durante la estacion de lluvias (Sistemas 7 y 8) alcanzaron una rentabilidad de solo la mitad de la obtenida con sistemas de sabana nativa (Sistemas 3 y 4 Cuadro 2). Ello se debe a que la inversion total requerida se duplica pues se trata de una gramínea con una capacidad de carga baja (0.5 UA/ha).

Con una capacidad de carga mas alta (1.7 UA/ha) como en el caso del Sistema 11 (simulado con *B decumbens* suponiendo el mismo desempeño productivo y reproductivo que en el caso de *M minutiflora*) se aumenta notablemente el retorno al capital. Sin embargo el estimado obtenido para la tasa de retorno incremental (9.4% Cuadro 3) cuando se sustituye el sistema nativo por éste sugiere que en operaciones de cria no es altamente rentable el pastoreo de todo el hato reproductor en *B decumbens*. Como se vera mas adelante el crédito subsidiado aumenta la rentabilidad de este sistema.

El Sistema 12 en el que se simula el hato reproductor pastoreando mezclas de gramíneas y leguminosas parece ser una alternativa promisorias desde el punto de vista economico. Ambas tasas internas de retorno la global y la incremental pueden considerarse atractivas (Cuadros 2 y 3). Mas aun si resultase posible obtener resultados reproductivos similares mediante el uso estratégico de una área menor en pradera mejorada el retorno de la inversión (que seria más pequeña) se incrementaria considerablemente aumentando así la probabilidad de que un grupo más amplio de

productores adoptara este sistema. Por uso estratégico se entiende el pastoreo de la pradera con animales que tienen una alta capacidad de respuesta. Tal seria el caso del pastoreo con vacas lactantes durante la estacion seca en particular o para recuperar animales enfermos o débiles y evitar pérdidas de capital por mortalidad.

La pradera nativa tiene una marcada estacionalidad en términos de volumen de materia seca (MS) producida y calidad (es decir digestibilidad contenido de proteina).

Como ello también ocurre en general con los pastos mejorados (los cuales usan capital un recurso escaso) no es recomendable sustituir un sistema por el otro sino mas bien suplementar el pasto nativo con pastos mejorados aprovechando así la calidad superior de estos últimos durante la estacion seca. Esto es particularmente valido para explotaciones de cria con monta continua.

Aquellos pastos mejorados con alta capacidad de carga cuya producción es altamente estacional tanto en volumen como en calidad pero cuya digestibilidad es baja durante la estación seca pueden sin embargo ser atractivos para engorde durante la estacion de lluvias en áreas con alto valor de la tierra. La sustitucion de tierra cara por capital puede ser justificable en tal caso. Así mismo la posibilidad de obtener altos aumentos de peso debido a efectos compensatorios permitiria una rápida rotación del capital invertido en los animales.

Sin embargo en áreas con bajos costos de oportunidad de la tierra como ocurre en los Llanos Orientales poca es la ventaja que se obtiene remplazando los pastos nativos por pastos mejorados como *M minutiflora* el cual además de su baja capacidad de carga posee baja calidad nutritiva durante la estación seca. En explotaciones de cria no existen ganancias compensatorias en un sentido reproductivo. La falta de concepciones así como los abortos y la alta mortalidad durante la estación seca no pueden compensarse durante la estación productiva de la pradera. Por lo tanto en la



investigación sobre forrajes se debe hacer énfasis en la búsqueda de maneras de suplementar los pastos nativos con pastos mejorados que tengan un alto valor nutritivo durante la estación seca en vez de sustituir el uno por el otro

Jarvis (3) después de un análisis detallado de la difusión de pastos mejorados en Uruguay concluye la mayoría de los productores encuentran que los pastos artificiales son altamente rentables cuando se les siembra en una proporción reducida de sus fincas pequeña proporción que suministra una mejor base nutritiva durante los meses cruciales del invierno (los pastos mejorados) se han utilizado para suplementar los tradicionales no para remplazarlos y no han sido rentables para la mayoría de las fincas que los sembraron en proporciones altas

Dado que los pastos mejorados representan una inversión considerable y no exenta de riesgos es razonable que los productores los utilicen de manera estratégica como suplemento del forraje disponible en los pastos nativos Las praderas mejoradas se utilizan primero para el pastoreo de animales con una alta capacidad de respuesta Un aumento de la proporción de tierra en pradera mejorada implicaría pastorearla con animales que poseen una menor capacidad de respuesta o durante etapas del ciclo de vida de los animales en que éstos responden en menor proporción y por tanto dicho aumento en área podría ser poco rentable y riesgoso Mas aun a menos que sea económicamente viable conservar los forrajes (mediante henuficación o en silaje) parte del forraje de la pradera mejorada (y de la pradera nativa) probablemente será desperdiciado durante la estación lluviosa Aunque la quema de la sabana nativa es una práctica muy común en la región su uso para controlar el crecimiento excesivo representa un riesgo en el caso de algunas gramíneas y leguminosas introducidas Tanto el pastoreo insuficiente como el pastoreo excesivo pueden resultar riesgosos en términos de la persistencia de la pradera particularmente

en el caso de mezclas de leguminosas y gramíneas Como dice Jarvis (3) se requiere considerable experiencia antes de poder manejar adecuadamente las praderas mejoradas y cuanto más grande sea la proporción de éstas en una finca mayor será la sofisticación de manejo y dedicación requerida

Por lo tanto parece lógico concluir que en la investigación sobre pastos se debe hacer énfasis en la búsqueda de praderas de fácil manejo y buena calidad forrajera durante la estación seca y que la investigación en manejo animal debe hacer hincapié en el uso estratégico de las praderas mejoradas en lugar de emplearlas para pastoreo de todo el hato reproductor

### Persistencia de la pradera y riesgos del establecimiento

El Cuadro 4 ilustra el efecto de la persistencia de la pradera en la tasa interna de retorno En los sistemas que usan un área limitada de pastos mejorados para destete precoz (tal como ocurre en el Sistema 5) la duración de la pradera tiene un efecto insignificante Sin embargo cuando el área sembrada es de gran tamaño y la carga es baja (0.5 UA/ha) los retornos del capital son bastante sensibles a la duración de la pradera (Sistemas 7 y 9)

En el Cuadro 5 se presentan los resultados del análisis de sensibilidad sobre la per

Cuadro 4 Tasas de retorno análisis de sensibilidad con relación a la persistencia de las praderas

Sistema	Persistencia de la pradera (años)			
	24	12	9	6
	% retorno			
5	9.1	9.0	8.9	8.8
7	5.0	2.8	1.3	
7	7.1	5.9	5.0	3.7
9	6.3	4.2	2.7	0.9

Valor negativo  
Se supuso una reducción del 50% en el costo de establecimiento

**Cuadro 5 Tasas de retorno del Sistema 7 análisis de sensibilidad con respecto a la persistencia de la pradera y fallas de establecimiento**

Fallas en el establecimiento de la pradera	Persistencia de la pradera (años)					
	24		12		9	
	7	7	7	7	7	7
% del área	% de retorno					
0	50	71	28	59	13	50
20	44	67	24	55	09	46
40	40	63	20	52	06	43
60	35	60	17	49	03	40
80	32	57	13	46	00	38

Costo real

Suponiendo una reducción de los costos de establecimiento de un 50%

sistencia de pastos y las pérdidas al establecimiento. Se consideran dos casos el Sistema 7 y el Sistema 7 este último bajo el supuesto de una reducción del 50% en los costos de establecimiento de la gramínea (*M. minutiflora*). Puede observarse que la reducción en el costo de establecimiento sin que se afecte la capacidad de carga no sólo aumenta el retorno a la inversión sino que también implica que estos retornos son menos sensibles a fracasos en el establecimiento de la pradera y a los riesgos de persistencia. Esta es una de las razones por las cuales una política de insumos bajos y prácticas tales como una labranza mínima representan alternativas promisorias cuando todo el hato reproductor pastorea la pradera mejorada (10). Estas alternativas pueden no ser pertinentes cuando se trata de áreas pequeñas para uso estratégico.

### Financiación

En Colombia como en otros países de América Latina la tasa nominal de interés en préstamos bancarios es más baja que la tasa de inflación. Esto de hecho implica financiación bajo condiciones de subsidio. Se asumen las siguientes condiciones: una tasa anual de inflación esperada de un 30% una tasa nominal de interés del 18% y cuatro

años de gracia en un préstamo de 12 años de plazo. Estas condiciones prevalecen actualmente en los Llanos Orientales aunque posiblemente no prevalezcan a largo plazo. El Cuadro 6 se incluye para ilustrar el efecto que este tipo de incentivo tiene sobre el retorno del capital del ganadero. Puede observarse que a medida que aumenta la proporción de la inversión inicial financiada bajo estas condiciones también se producen aumentos en la rentabilidad de todos los sistemas. Pero aun con una financiación de un 60% el Sistema 7 (pastoreo en praderas de *M. minutiflora*) no es tan rentable como los Sistemas 2 y 3 (pastos nativos más sal y minerales respectivamente) sin ninguna financiación. Sin embargo no ocurre lo mismo con el Sistema 11 que simula pastoreo de *B. decumbens*. Con una financiación de más de 30-40% bajo tales condiciones de subsidio este sistema resulta más rentable que los Sistemas 2 y 3. Ello contribuye a explicar por qué en la actualidad muchos productores de los Llanos están estableciendo dicha gramínea.

### Valores de la tierra

Cuando se analiza la rentabilidad de sistemas alternativos de producción que son

**Cuadro 6 Tasas de retorno al capital propio del productor en sistemas alternativos financiados con crédito subsidiado**

Sistema	Porcentaje de financiación de la inversión inicial				
	0	20	40	60	80
	% de retorno				
2	8.1	(n.d.)*	(n.d.)	(n.d.)	(n.d.)
3	10.0	10.8	(12.8)	(15.1)	(18.8)
7	5.0	5.6	6.3	7.2	( 8.8)
7 *	7.1	7.9	8.9	10.2	(12.0)
11	8.5	9.6	11.0	13.1	(16.8)

Excluyendo el valor de la tierra

Las cifras entre paréntesis son casos improbables incluidos sólo como ilustración

Se supuso una reducción de los costos de establecimiento de un 50%

relativamente similares en intensidad del uso de la tierra el valor de ésta no se incluye en la inversión inicial para efectos del análisis económico. La pregunta pertinente es: dado que el productor ya ha invertido en tierra ¿cuál de los sistemas de producción es más rentable?

Sin embargo cuando comparamos los retornos sobre el capital de una determinada tecnología en dos regiones ecológicamente homogéneas pero que enfrentan precios distintos para insumos y productos (debido a la diferencia en las distancias a los mercados) el valor de la tierra debe ser incorporado en el análisis para explicar las diferencias de rentabilidad entre las

regiones. Si se adopta la misma tecnología en ambas áreas se espera que los precios de la tierra compensen en buena parte la diferencia en rentabilidad debida a los distintos precios de insumos y productos. Las regiones más lejanas al mercado y por tanto con precios menos favorables tendrán un retorno al capital más bajo (comparado con la región cercana al mercado) cuando el valor de la tierra no se incluye en el monto de la inversión inicial. Esto explica la diferencia en retornos entre la Región A y la Región B como se muestra en el Cuadro 2. Al comparar los sistemas de destete normal (3 y 7) con los sistemas de destete precoz (5 y 9) puede observarse que las diferencias regionales en retornos son mayores en el

**Cuadro 7 Tasas de retorno\* del Sistema 3 (pradera nativa con suplementación mineral) análisis de sensibilidad con respecto a los valores de la tierra y al porcentaje de la financiación de la inversión inicial bajo condiciones de subsidio**

Valor de la tierra		Porcentaje de financiación de la inversión inicial				
		0	20	40	60	80
Col\$/ha	US\$/ha	% de retorno				
0	0	10.0	10.8	12.8	15.1	18.8
500	14	6.9	7.2	7.9	8.6	9.4
1000	28	5.5	5.7	6.1	6.4	6.8
1500	42	4.7	4.8	5.1	5.3	5.6
2000	56	4.2	4.3	4.5	4.7	4.9

Tasas de retorno al capital propio del productor y sobre la inversión total incluyendo el valor de la tierra

Excluyendo el valor de la tierra

caso de sistemas que incorporan el destete precoz. Esta es una indicación de lo obvio: la tecnología que utiliza un mayor volumen de insumos (concentrados en este caso) tiene menor probabilidad de adopción en regiones más lejanas del mercado debido a costos de transporte.

El Cuadro 8 ilustra el efecto producido por una tecnología (praderas mejoradas) ahorradora de tierra sobre el retorno al capital total del ganadero incluyendo el valor de la tierra. Se asumió que el precio real de la tierra aumentaría a una tasa anual del 2%. En dicho cuadro, el área por debajo de la línea representa situaciones en las que el Sistema 11 (*B. decumbens* más minerales) es preferible al Sistema 3 (pasto nativo más minerales, Cuadro 7) utilizando como criterio la tasa de retorno total al capital. Esto explica en parte por qué usualmente la tecnología ahorradora de tierra (pastos con alta capacidad de carga) es adoptada primero en áreas cercanas a los mercados en las cuales la tierra tiene mayor valor aun cuando las condiciones ecológicas sean similares.

En resumen, el hecho de que en los Llanos Orientales muchos productores están sembrando *B. decumbens* aunque este pasto no sea más rentable que el sistema nativo resulta explicable por factores tales como a)

financiación subsidiada b) valores más altos de la tierra en regiones cercanas al mercado c) costos de establecimiento más bajos que los que se asumen en este estudio debido a circunstancias particulares de algunos productores (por ejemplo bajo costo de oportunidad de maquinaria y/o mano de obra utilizada en otras empresas de su propiedad) y d) propósitos de engorde o ceba analizados a continuación.

### Sistemas de engorde o ceba

Se simuló una finca de engorde de 1 000 ha en la Región A sobre la base de resultados obtenidos durante cuatro años de experimentación en la Estación Experimental del ICA en Carimagua (1-6). Como en casos anteriores, el análisis económico se llevó a cabo para un período de 25 años. Se utilizaron los precios de 1976 y se asumió que estos precios permanecerían estables a través del tiempo. El flujo de ingresos netos se usó para calcular la tasa interna de retorno utilizando el método de flujos de caja descontados quedando los precios por consiguiente expresados en términos reales.

Se evaluaron cuatro sistemas de engorde: a) pastoreo en *M. minutiflora* durante 274 días con una carga de 0.44 UA/ha b) igual al anterior pero con carga de 0.88 UA/ha c)

Cuadro 8 Tasas de retorno del Sistema 11 (*B. decumbens* más pradera nativa y suplementación mineral) análisis de sensibilidad con respecto a los valores de la tierra y porcentaje de financiación de la inversión inicial bajo condiciones de subsidio

Valor de la tierra		Porcentaje de financiación de la inversión inicial *				
		0	20	40	60	80
Cot\$/ha	US\$/ha	% de retorno				
0	0	8.5	9.6	11.0	13.1	16.8
500	14	6.5	7.0	7.0	8.5	9.5
1000	28	5.4	5.8	6.2	6.7	7.2
1500	42	4.8	5.1	5.3	5.7	6.0
2000	56	4.3	4.6	4.8	5.0	5.2

\* Tasas de retorno al capital por el productor y sobre la inversión total incluyen el valor de la tierra. Financiación de la inversión inicial incluye de la tierra.

pastoreo en *B. decumbens* durante un periodo similar con carga de 1.3 UA/ha y d) igual al anterior pero con carga de 1.7 UA/ha. Los resultados de los cuatro sistemas aparecen en el Cuadro 9. Utilizando el retorno al capital (excluyendo el valor de la tierra) como criterio, puede verse que aunque el Sistema B produce mayor rendimiento por ha, es menos rentable que el Sistema A, el cual tiene una carga más baja. Solo en áreas donde los valores de la tierra fueran altos sería más rentable el Sistema B que el A.

Se puede llegar a una conclusión similar al comparar los Sistemas C y D. Es decir, aunque el capital invertido en pastos esté produciendo más en los sistemas con mayor carga, el capital invertido en los animales produce considerablemente menos con trarrestando dichos beneficios y dando como resultado una tasa de retorno global más baja. Por lo tanto, bajo las condiciones prevalentes en la región, la carga óptima parece estar más cercana a la producción máxima por cabeza que a la producción máxima por ha. En regiones con alto valor de la tierra se daría la situación inversa.

El Sistema C es considerablemente más rentable que los otros sistemas. Este

resultado tiende a reforzar los obtenidos en la simulación del Sistema 11 con pastoreo del hato reproductor en *B. decumbens*. Como ya se indicó, se asumió en los cálculos que esta especie, en particular, podría persistir durante 12 años sin pérdida de productividad y que no necesitaría nueva fertilización a excepción de aplicaciones de 30 kg de  $P_2O_5$  cada dos años. Debe anotarse sin embargo que no hay hasta el presente evidencia concluyente sobre el mantenimiento de la productividad de esta especie sin aplicaciones periódicas de N.

Adicionalmente se simuló dos sistemas de engorde en una pradera de gramíneas y leguminosas (casos hipotéticos E y F). Las ganancias de peso asumidas, así como las tasas de retorno al capital y manejo resultantes se presentan en el Cuadro 9. Resultados experimentales, aunque preliminares e incompletos debido a la falta de persistencia de la leguminosa (*S. guianensis* en este caso) inducen a pensar que las ganancias de peso por cabeza y por ha asumidas son viables e inclusive conservadoras (1-6). Al comparar los retornos sobre la inversión de los sistemas que utilizan gramíneas (A, B, C y D) con los retornos de los sistemas basados en mezclas de gramíneas y leguminosas (E y F) se

**Cuadro 9. Desempeño animal y tasas de retorno al capital<sup>1</sup> y al manejo en sistemas de engorde en praderas mejoradas en los Llanos Orientales colombianos**

Sistema	Pradera	Carga	Producción		Tasa de retorno	
			Por cabeza	Por ha		
		UA/ha	g/día	kg/año	kg/año	%
A <sup>2</sup>	<i>M. minutiflora</i>	0.44	416	114	50	7.2
B <sup>2</sup>	<i>M. minutiflora</i>	0.88	277	76	67	4.8
C <sup>2</sup>	<i>B. decumbens</i>	1.3	376	103	134	12.1
D <sup>2</sup>	<i>B. decumbens</i>	1.7	292	80	136	8.0
E <sup>4</sup>	Mezcla con leguminosas	2.1/0.9	411	150	270	19.3
F <sup>4</sup>	Mezcla con leguminosas	2.1/0.9	500	182	328	25.2

<sup>1</sup> Excluyendo el valor de la tierra.

<sup>2</sup> Basado en resultados de cuatro años de experimentación.

<sup>4</sup> Basado en resultados de tres años de experimentación.

Los parámetros del desempeño animal son valores supuestos.

corroborar la superioridad esperada en estos últimos reforzando la necesidad de continuar buscando asociaciones persistentes y adaptadas a la zona

El Cuadro 10 se incluye para ilustrar el tipo de resultados económicos que podría esperarse de distintas praderas que necesiten niveles y frecuencias de insumos diferentes a fin de lograr una producción animal similar. Cada casilla del cuadro representa una pradera diferente que requiere la aplicación de una cantidad determinada de fertilizantes (por el valor indicado en la columna respectiva) con una frecuencia determinada (como se indica en la fila) a fin de producir lo mismo que el Sistema C con igual carga (Cuadro 9). Cabe señalar que en la región de Carimagua y a los precios de 1976 las cantidades indicadas en el Cuadro 10 permitirían adquirir los siguientes volúmenes de N o P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Nutri- mento	Fuente	US\$28	US\$42	US\$56
		kg		
N	Urea	50	75	100
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Escoria Thomas	67	101	135
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SFT	39	58	78

Como puede observarse en el Cuadro 10 si se mantienen todos los otros factores

**Cuadro 10 Retornos a la inversión\* en sistemas de engorde simulados que tienen idéntico desempeño animal con la misma carga pero que requieren aplicaciones de insumos con diferente frecuencia**

Frecuencia	Valor de insumos (US\$/ha)			
	0	28	42	56
Cada	———— % de retorno ————			
Año	12.1	4.6	1.0	
Dos años	12.1	8.5	6.7	5.0
Tres años	12.1	10.2	8.7	7.6
Cuatro años	12.1	10.4	9.7	8.9

\* Incluye el costo de la tierra.  
Retorno neto.

estables las praderas que requieren fertilización frecuente (aun a niveles bajos) son notablemente menos rentables que las que solo requieren tasas de establecimiento bajas. Las praderas que necesitan la misma fertilización pero con mayor frecuencia son también notablemente menos rentables. A fin de compensar estas diferencias en retornos es preciso que la respuesta animal a la fertilización de la pradera sea suficientemente alta. Por ejemplo si una pradera necesita una dosis de mantenimiento de 75 kg/ha/año de N (por un valor de US\$42) se estima que la producción animal debe ser por lo menos un 50% mayor a fin de ser tan rentable como el Sistema C (*B decumbens*).

Por consiguiente parece lógico concluir que en el caso de la región de Carimagua las praderas que necesitan fertilización frecuente pueden ser alternativas económicas quizá sólo en casos de pastoreo estratégico con animales de alta capacidad de respuesta.

Alternativamente en el caso de aquellos sistemas en que el pastoreo de la pradera se realice con la mayor parte del hato (finca de engorde o pastoreo con todo el hato reproductor) los resultados anteriores indican con claridad la importancia de seleccionar especies y variedades sobre la base de criterios de insumos bajos reforzando la necesidad de desarrollar mezclas persistentes de gramíneas y leguminosas.

## CONCLUSIONES

Para el caso de los Llanos Orientales colombianos se concluye que la suplementación de la dieta animal con una mezcla mineral completa es una práctica altamente rentable. Factores tales como la demora en recuperar lo invertido, la falta de transporte en la finca, el ausentismo de los propietarios, el difícil acceso a las fincas durante la estación lluviosa y la irregularidad en los suministros de los mercados pueden estar contribuyendo a retardar la adopción de dicha práctica en la región.

A pesar del gran aumento en la tasa de natalidad se encontro que el destete precoz no era rentable a los niveles actuales de costos y requerimientos de manejo de la region. Sin embargo se concluye que esta practica amerita que se lleven a cabo nuevos esfuerzos de investigacion para evaluar los resultados de una lactancia mas prolongada (de más de 84 días pero menos de nueve meses) con el fin de evitar la suplementacion de los animales destetos con concentrados y para mejorar su desempeño mediante una buena base forrajera durante todo el año.

Ademas de la suplementacion mineral investigaciones previas identificaron la baja calidad del forraje nativo particularmente durante la estacion seca como el segundo factor limitante de mayor importancia para aumentar la producción de carne en la region. Los sistemas basados en el pastoreo de todo el hato reproductor en *M. minutiflora* durante la estacion lluviosa y en sabana nativa durante la seca resultaron ser un 50% menos rentables que el sistema nativo. De esta forma se confirma la importancia de desarrollar una base forrajera de buena calidad para la estacion seca. Se concluye que no se trata de sustituir los pastos nativos por pastos mejorados sino mas bien de suplementar los primeros con estos ultimos capitalizando así su mayor calidad durante la

estacion seca. Mas aun dada la ausencia de ganancias compensatorias en reproduccion se concluye que la investigacion en manejo animal debe hacer énfasis en el uso estrategico de las praderas mejoradas en vez de pastorear todo el hato reproductor sin considerar el estado fisiologico y/o la condicion de cada animal.

La comparacion de los resultados economicos obtenidos mediante la simulacion de ceba en asociaciones de gramíneas y leguminosas vis a vis de la ceba en dos gramíneas (*M. minutiflora* y *B. decumbens*) confirma la necesidad de continuar investigando con miras a obtener asociaciones persistentes. Finalmente los resultados de los analisis de sensibilidad indican con claridad que la seleccion de especies y variedades debe basarse en criterios de insumos bajos. Las reducciones en los costos de establecimiento y mantenimiento sin afectar la productividad de la pradera no solo aumentan los retornos a la inversion sino que tambien conducen a que estos sean menos sensibles a fallas en el establecimiento y riesgos de persistencia. Esta es una de las razones por las cuales una politica de insumos bajos y practicas tales como labranza minima representan alterativas prometedoras para la region considerada.

#### LITERATURA CITADA

- 1 Centro Internacional de Agricultura Tropical 1978 Annual Report 1977 CIAT Cali Colombia
- 2 Juri P, N F Gutiérrez y A Valdés 1977 Modelo de simulación por computador para fincas ganaderas CIAT Cali Colombia (Mimeografiado)
- 3 Jarvis L 1977 Predicting the ultimate diffusion of new technologies under varying profitability Artificial pastures in the Uruguayan livestock sector University of California Berkeley (Mimeografiado)
- 4 Mullenax C H, J S Plaxico and J M Spain 1969 Alternative beef production systems for the Eastern Plains of Colombia Special Report No 1 CIAT Cali Colombia
- 5 Paladines O 1975 Management and utilization of native tropical pastures in America p 25 47 In Proceedings of the Seminar on Potential to Increase Beef Production in Tropical America Series CE no 10 CIAT Cali Colombia

- 6 ——— y J Leal 1978 Manejo y productividad de las praderas en los Llanos Orientales de Colombia *In* Seminario sobre Producción de Pastos en Suelos Acidos de los Trópicos CIAT Cali Colombia Serie 03SG 5
- 7 Raun N S 1968 Producción de ganado de carne en los Llanos Orientales *Agricultura Tropical* 24 643-650
- 8 ——— 1976 Beef cattle production practices in the lowland American tropics *World Animal Review* 19 18-23
- 9 Rubio E y A López U 1968 La explotación ganadera en los Llanos Orientales *Agricultura Tropical* 24 616-641
- 10 Spain J M 1978 Establecimiento y manejo de pastos en los Llanos Orientales de Colombia *In* Seminario sobre Producción de Pastos en Suelos Acidos de los Trópicos CIAT Cali Colombia Serie 03SG 5
- 11 Stonaker H H J Salazar D H Bushman J Gómez J Villar and G Osorio 1975 Influence of management practices on productivity pp 63-81 *In* Proceedings of the Seminar on Potential to Increase Beef Production in Tropical America Series CE no 10 CIAT Cali Colombia
- 12 ——— J Villar G Osorio and J Salazar 1976 Differences among cattle and farms as related to beef cow reproduction in the Eastern Plains of Colombia *Tropical Animal Health and Production* 8 147-154