

# *Evaluación económica de la incorporación de leguminosas en pasturas mejoradas comparado con sistemas tradicionales de alimentación en la Zona Atlántica de Costa Rica*

H. Jansen, A. Nieuwenhuys, M Ibrahim, S. Abarca

**Palabras clave:** sistemas silvopastoriles, evaluación económica, pasturas, leguminosas, sistemas ganaderos, presupuestos de capital, alimentación suplementaria, valores actuales, tasa interna de retorno, *Brachiaria brizantha*, *Arachis pinto*, *Erythrina berteroana*, Zona Atlántica, Costa Rica.

## **Resumen**

Se utilizó un modelo de presupuesto de capital para determinar la rentabilidad económica de la mezcla de *Brachiaria brizantha* y *Arachis pinto* (Sistema BA) y de *B. brizantha* con *Erythrina berteroana* (sistema silvopastoril (SSP)). También se analizó un sistema de alimentación suplementario (SAS) en pasturas no mejoradas, como una alternativa para incrementar la producción de carne. Los valores actuales de retornos incrementales y las tasas internas de retorno sobre capital invertido son calculados para los tres sistemas. A los precios de carne dados, la rentabilidad de los sistemas BA y SSP dependen en gran medida de la carga animal y el período de inversión considerado. Los beneficios financieros del sistema SSP son significativamente más bajos que aquellos del sistema BA. Sin embargo, los beneficios no monetarios de incorporar árboles en pasturas son difíciles de valorar y no fueron considerados en el análisis financiero. La rentabilidad del SAS es menor que la del sistema BA, pero excede los retornos del SSP, aunque puede probar no ser sustentable a largo plazo. No obstante, la alimentación suplementaria constituye una opción atractiva para suelos donde los sistemas BA y/o SSP son difíciles de establecer y para agricultores sin acceso a capital suficiente.

Economic evaluation of the incorporation of legumes in improved pastures compared with traditional cattle feeding systems in the Atlantic Zone of Costa Rica

## **Summary**

A capital budgeting model is used to determine the economic profitability of pasture improvement using a mixture of *Brachiaria brizantha* and *Arachis pinto* (BA) vs *B. brizantha* with *Erythrina berteroana* (silvopastoral system (SPS)). A supplementary feeding system (SFS) for unimproved pastures is also evaluated as an alternative to increase meat production. Present values of incremental returns and internal rates of return on capital invested are calculated for all 3 systems. With the given meat prices, profitability of the BA and SPS greatly depends on the stocking rate and the length of the investment period considered. Financial benefits of the SPS are significantly lower than those of the BA system. However, non-monetary benefits of incorporating trees in pastures are difficult to evaluate and were not included in the financial analysis. Profitability of the SFS is lower than that of the BA system, but exceeds returns of the SPS, although it may prove unsustainable in the long run. Nevertheless, SFS constitutes an attractive option for soils where the BA and/or SPS are difficult to establish, and for farmers without access to sufficient capital.

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, varias instituciones como el CIAT, CATIE y el Ministerio de Agricultura y ganadería de Costa Rica han venido evaluando pasturas mejoradas y sistemas silvopastoriles para incrementar la productividad animal en la Zona Atlántica. Los resultados muestran que la producción de carne en pasturas tradicionales se incrementó tres veces con el uso de mezclas de *Brachiaria brizantha* y *Arachis pinto* (CIAT 1993; Ibrahim 1994). También, los sistemas silvopastoriles han mostrado buen potencial para mejorar la capacidad de carga y la productividad animal, sin embargo, existe poca información sobre la viabilidad económica de estos sistemas en la zona.

Este artículo presenta una evaluación de la viabilidad económica de los sistemas con una mezcla de *A. pinto* y *B. brizantha* (BA) y silvopastoril (SSP) para ganado de engorde en el norte de la Zona Atlántica de Costa Rica (NZA). El SSP consiste en la siembra de *Erythrina berteroana* en franjas cada 6 metros, en una pastura de *B. brizantha*. El sistema de siembra de BA y SSP está descrito en Jansen *et al.* (1997). Para propósitos de comparación, también se evaluó un sistema de alimentación suplementaria con gallinaza (SAS) y el sistema tradicional (ST).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

*Producción animal:* En el Cuadro 1 se presentan los datos sobre producción animal de los diferentes sistemas (BA, SSP,

SAS y ST). Para los sistemas de BA y SSP, se consideran dos cargas animales (CA) para analizar la rentabilidad de estos sistemas bajo diferente manejo.

Cuadro 1. Características de los sistemas de producción ganadera tradicional (con y sin alimentación suplementaria), BA y silvopastoril en la NZA de Costa Rica.

	Sistema		de producción			
	Tradicional	BA <sup>3</sup>	Silvopastoril <sup>4</sup>			
	sin supl <sup>1</sup>	con supl <sup>2</sup>	baja	alta	baja	alta
Carga animal (UA/ha)	1.2	1.7	1.5	3.0	1.35	2.7
GPV kg/ha/año	350	838	534	937	457	801
GPV kg/animal/año	146	246	178	156	169	148
GPV g/animal/día	400	675	488	428	464	407

<sup>1</sup>. Datos no publicados por Ministerio de Agricultura y Ganadería; <sup>2</sup>. Encuesta informal a agricultores y datos no publicados por el CATIE; <sup>3</sup>. Hernández *et al.* (1995); <sup>4</sup>. Datos no publicados por el CATIE.

*Costos de producción:* Se recolectaron datos sobre los costos de producción de los diferentes sistemas: preparación de tierra, insumos para siembra (semillas, herbicidas, fertilizantes), mano de obra e insumos para los animales (sal mineral, desparasitante, suplementos, antibióticos, vacunas) y servicio veterinario para manejar los animales.

*Otros datos:* Se utilizó el precio promedio para novillos con un peso vivo (PV) entre 400 y 450 kg, pagado en 1995 en la subasta de ganado en Guápiles y en las empacadoras de carne. De este modo el precio promedio calculado fue de \$0.85/kg PV.

*Modelo de presupuesto de capital:* El modelo de presupuesto utilizado estima los valores actuales al inicio del año de cultivo, de los costos privados y beneficios acumulativos sobre un horizonte de tiempo relevante, a partir de la inversión en tecnologías de pasturas mejoradas. El capital de desembolso para la inversión se asume que ocurre al final del año precedente al primer año del período de inversión. El valor actual neto incremental (NPV) a partir de la inversión en tecnologías de pasturas mejoradas en un horizonte de planificación anual en T es:

[ecuación 1]

$$NPV = \sum_{t=1}^T (R_t - R_t^0) / (1+r)^t = \sum_{t=1}^T [(B_t - B_t^0) - (C_t - C_t^0)] / (1+r)^t$$

donde  $R_t$  y  $R_t^0$  son los retornos netos en el año  $t$  para la tecnología de pastura mejorada y la pastura tradicional, respectivamente;  $B_t$ ,  $B_t^0$ ,  $C_t$  y  $C_t^0$  son los beneficios y costos monetarios correspondientes, respectivamente, para los diferentes sistemas;  $B$  denota el factor de descuento, el cual es igual a  $(1+r)^{-1}$ , donde  $r$  es la tasa (real) de descuento (aproximadamente igual al costo de oportunidad de capital o a la tasa de interés real) estimado al 8% por año, para una tasa de retorno mínima requerida (TRMR) correspondiente de 16% por año.

FOTO # 2

*Análisis parcial de presupuesto:* El NPV y la tasa interna de retorno (TIR) fueron calculados para un período de 5 años (edad de la primera pastura sembrada de BA conocida en la región), así como en un período de 10 años (después del cual la resiembra podría hacerse necesaria). El flujo efectivo incremental ( $M_t$ ) de una tecnología de producción animal mejorada se define de la siguiente manera:

[ecuación 2]

$$M_t = M(\text{mej}) - M(\text{trad})$$

donde  $M(\text{mej})$  representa los beneficios netos obtenidos en el año  $t$  con el sistema mejorado y  $M(\text{trad})$  representa los beneficios netos que se pudieron haber obtenido con el sistema de producción tradicional.

## RESULTADOS

**Sistema BA:** Comparado con el sistema de engorde tradicional en pasturas no mejoradas, el sistema BA combinado con una alta CA es una inversión altamente rentable (Cuadro 2). La TIR después de 5 años es 117%, para un NPV correspondiente de cerca de \$1,000 (\$2,070 después de 10 años). El período de reembolso es menor de un año, es decir, los costos de inversión de \$357 se recuperan en un lapso de un año después del establecimiento. Por otro lado, una inversión en el sistema BA combinado con una CA de 1.5 UA/ha, requiere 10 años para alcanzar un retorno económico marginal aceptable del 22% con un NVP correspondiente de \$250. Utilizando un costo de oportunidad de capital del 8% anual, el NVP del sistema BA combinado con una CA baja durante 5 años; es negativo debido a que la TIR es de solamente 3%. Las simulaciones de modelos (Figura 1a) muestran que, para que la TIR alcance un 16% durante un período de 5 años, el precio para el ganado vacuno tendría que aumentar a \$1.12/kg PV, lo cual no es muy factible dada la situación actual del mercado.

Cuadro 2. Análisis de rentabilidad incluyendo flujo en efectivo incremental, NPV y TIR para el

sistema BA. \*\*

Año	0	1	2	....*	10
Producción total de carne (kg/ha)	350	471	937	937	937
Ingresos que varían (\$/ha)	289	400	797	797	797
Costos de establecimiento de la mezcla BA (\$/ha)	-	357	-	-	-
Costo de capital de los animales (\$/ha)	33	55	82	82	82
Costo de mantenimiento de las pasturas (\$/ha)	0	17	25	25	25
Costo de mantenimiento de animales (\$ 12/animal)	29	48	48	48	48
Costos totales que varían (\$/ha)	61	477	179	179	179
Beneficios netos (ingresos - costos) (\$/ha)	236	-77	618	618	618
Flujo efectivo incremental (\$/ha)		-313	382	382	382
Valor actual neto 5 años (\$)	952				
Tasa interna de retorno 5 años (%)	117 %				
Valor actual neto 10 años (\$)	2,072				
Tasa interna de retorno 10 años (%)	122 %				

\*\* Costo de oportunidad del capital 8%. \* A partir del año 3 los valores del flujo se estabilizan hasta el año 10.

**Sistema silvopastoril:** Los costos totales para el establecimiento de SSP fueron de \$459/ha; o sea 29% más altos que los costos para el sistema BA. Los datos en el Cuadro 3 muestran un período de reembolso mayor de 2 años para la tecnología SSP, con una CA de 2.7 UA/ha. Aún cuando el NPV resultante a lo largo de 5 años es positivo, la TIR correspondiente es de solamente el 15%, levemente inferior a la TRMR. Extender el período de análisis a 10 años resulta en un TIR del 32% y un NPV correspondiente de \$715.

El SSP no es viable económicamente, cuando se combina con una CA baja de 1.35 UA/ha. Las simulaciones del modelo indican que el flujo efectivo incremental de dicho sistema no se torna positivo en ningún año; sólo cuando el precio de la carne aumentara a \$3.60/kg PV, sólo así, el SSP combinado con una CA baja alcanzaría una TIR del 16% después de 10 años.

Cuadro 3. Análisis de rentabilidad incluyendo el flujo en efectivo incremental, NPV y TIR para el sistema silvopastoril. \*

Año	0	1	2	.....**	10
Producción total de carne (kg/ha)	350	199	802	802	802
Ingresos que varían (\$/ha)	298	169	682	682	682
Costos de establecimiento de <i>B. brizantha</i> (\$/ha)	244				
Costos adicionales para preparación de tierra (surcos)	40				
Costos por compra de ramas de <i>E. berteriana</i> (\$)	75				
Plantación de ramas de <i>E. berteriana</i> (\$/ha)	100				
Costos totales de inversión (\$/ha)		459			
Costos de capital de animales (\$/ha)	33	24	73	73	73
Costo de mantenimiento de pasturas (\$/ha)	0	8	25	25	25
Costos de mantenimiento de árboles (\$/ha)	0	24	71	71	71
Costos mantenimiento animales \$12/animal (\$/ha)	29	22	65	65	65
Costos totales que varían (\$/ha)	61	537	234	234	234
Beneficios netos (ingresos - costos) (\$/ha)	236	-368	448	448	448
Flujo efectivo incremental (\$/ha)		-605	211	211	211
Valor actual neto 5 años (\$)	95				
Tasa interna de retorno 5 años (%)	15				
Valor actual neto 10 años (\$)	715				
Tasa interna de retorno 10 años (%)	32				

\* Costo de oportunidad del capital 8%. \*\* A partir del tercer año los valores del flujo se estabilizan hasta el año 10.

**Sistema de alimentación suplementaria:** Comparado con el engorde en pasturas tradicionales, el SAS permite una CA ligeramente mayor (1.7 UA/ha) y resulta además, en una ganancia de peso vivo (GPV) considerablemente mayor (675 g/animal/día). El alimento suplementario consiste en gallinaza (1.5 kg/animal/día, a un costo de \$0.10/kg) y melaza (0.7 kg/animal/día, a un costo de \$0.07/kg). La mano de obra adicional involucrada para la alimentación suplementaria resulta en un costo adicional de cerca de \$6.00/animal/año.

La alimentación suplementaria de ganado vacuno en pasturas no mejoradas resulta en un flujo de efectivo incremental de cerca de \$140/ha/año (Cuadro 4). Utilizando una tasa de descuento del 8%/año, para períodos de 5 y 10 años, se traduce a un NPV de \$548 y \$920, respectivamente.

Cuadro 4. Presupuesto anual parcial para la alimentación complementaria en pasturas

tradicionales.

Variable	ST	SAS
Producción total de carne (kg/ha)	350	838
Ingresos que varían (\$/ha)	300	712
Costo de mantenimiento de animales (\$/ha a \$12/animal)	29	41
<b>Costos de alimentación suplementaria</b>		
Costo de la gallinaza (\$36.50/animal/año)	0	124
Costo de melaza (\$ 22/animal/año)	0	75
Costo de mano de obra adicional (\$ 6/animal/año)	0	20
<b>Costos de capital</b>		
Costos de capital de animales (\$/ha)	33	46
Costos de capital para mantenimiento de animales(\$/ha)	1	2
Costos de capital para suplementación con gallinaza (\$/ha)	0	5
Costos de capital para suplementación con melazas (\$/ha)	0	3
Costos de capital para mano de obra adicional (\$/ha)	0	1
Costos totales de capital (\$/ha)	34	57
Costos totales que varían (\$/ha)	96	373
Beneficios netos (ingresos - costos) (\$/ha)	202	339
Flujo incremental en efectivo (\$/ha)	0	137

ST= sistema tradicional; SAS= sistema de alimentación suplementaria.

## DISCUSIÓN

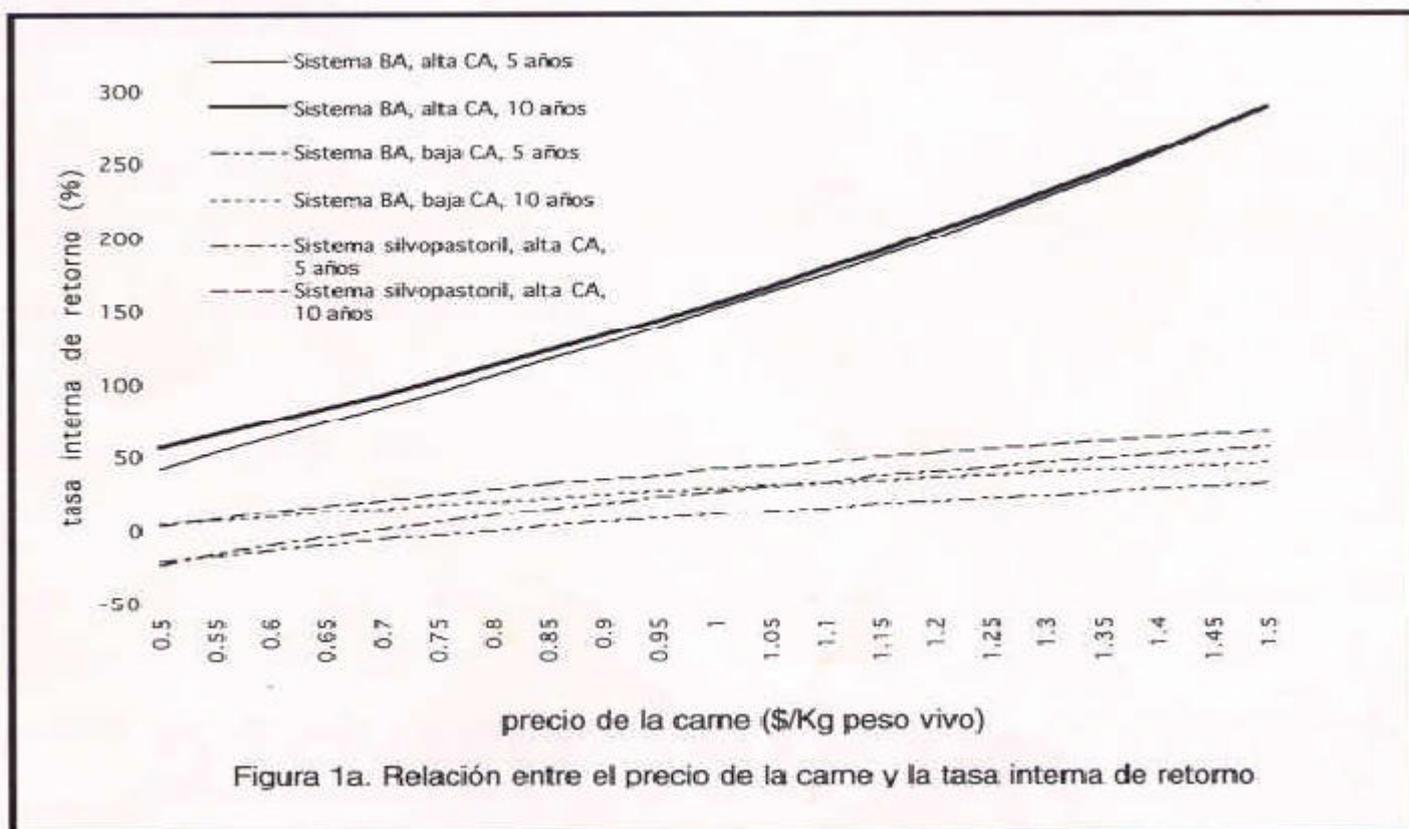
Los resultados de este estudio muestran que la productividad animal en sistemas tradicionales puede mejorarse sustancialmente con mezclas de *B. brizantha* - *A. pintoi* y *B. brizantha* - *E. berteriana*, así como por medio de la alimentación suplementaria. Sin embargo, los análisis económicos muestran que mientras la tecnología BA es altamente rentable, una inversión en el SSP no lo es (Figura 1c). Esto se debe principalmente a los altos costos de inversión iniciales, así como los subsecuentes costos de mantenimiento recurrentes. Al doblar la tasa de descuento a un 16%, con un riesgo de costo de un 100%, no cambia estas conclusiones (Figura 1b). Por otro lado, la TIR del SSP (combinado con una alta CA) asintóticamente alcanza 35% después de 15 años y no se incrementa más. El precio de la carne de res tendría que aumentar a \$1.40/kg PV, para que la TIR de la inversión del SSP tenga un nivel de seguridad del 50% en un período de 5 años (Figura 1a).

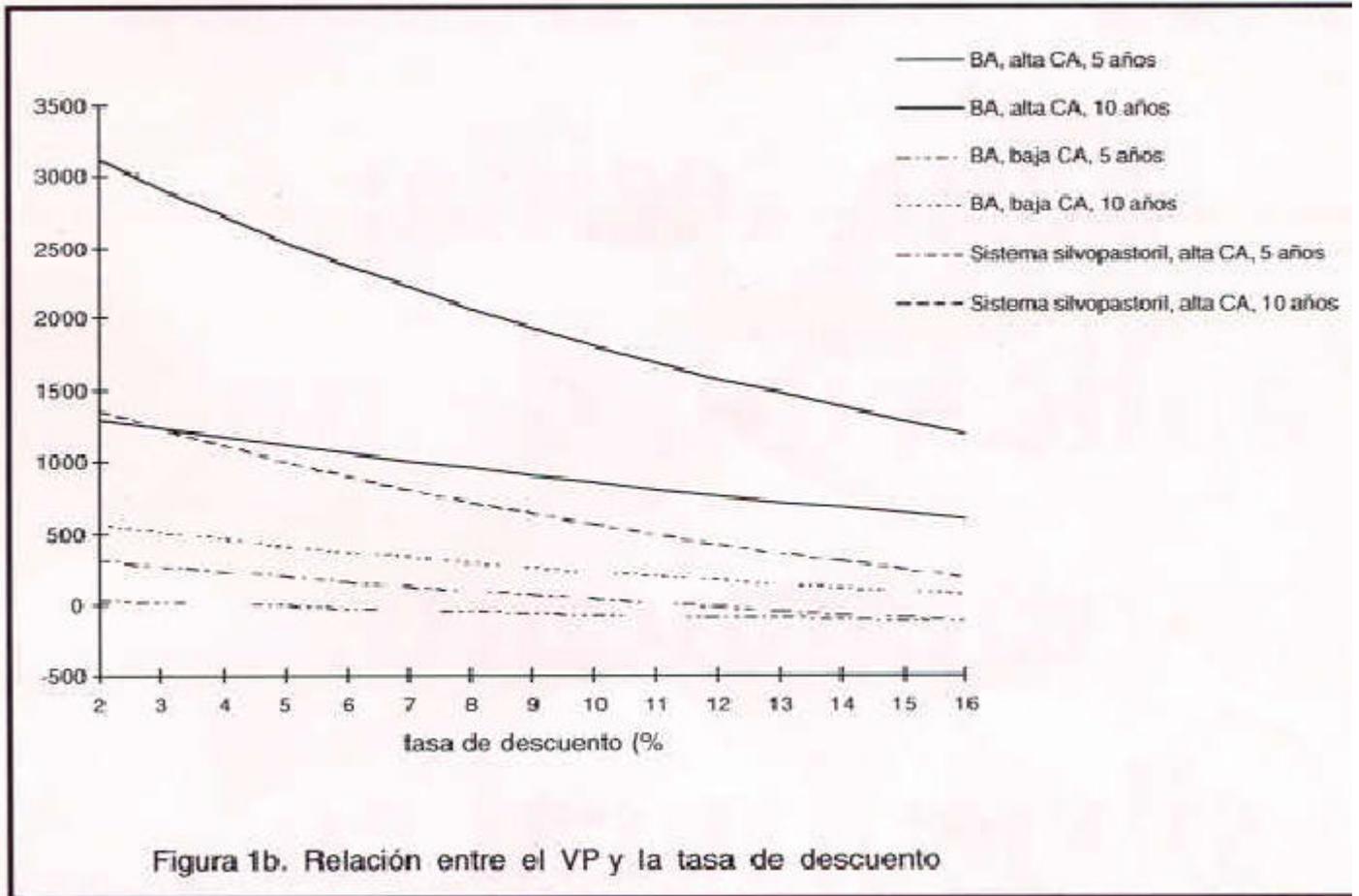
Según se describe en este estudio, la rentabilidad de la alimentación suplementaria se encuentra cercana al 50 % del sistema BA, dados los precios actuales en el mercado para estos productos. Sin embargo, a un precio de carne dado, la rentabilidad de la alimentación suplementaria disminuye rápidamente con el incremento en los costos de los alimentos; un incremento de un 65% en el costo resultaría en un NPV negativo (Figura 1d).

Las mezclas de *B. brizantha* y *A. pintoi*, cuando son manejadas en forma apropiada, constituyen una alternativa rentable para mejorar la producción de ganado vacuno en suelos bien drenados en el norte de la Zona Atlántica de Costa Rica. Sin embargo, hasta el momento, la tecnología de mejoramiento de pasturas que utilizan gramíneas y leguminosas seleccionadas es poco utilizada por los agricultores. Además, la falta de conocimiento técnico e insuficiente experiencia con sistemas mejorados y la ausencia de crédito institucional para el mejoramiento de pasturas, son limitantes muy importantes en la adopción de tecnologías para el mejoramiento de pasturas en NZA (Joenje, 1995). El bajo nivel de los precios actuales de la carne también ha actuado como una limitante para la adopción.

Se puede esperar una significativa adopción de los sistemas silvopastoriles, solamente cuando los diferentes métodos de establecimiento y mantenimiento sean investigados; no obstante, los Sistemas Silvopastoriles podrían incrementar

notablemente sus ingresos cuando el componente arbóreo sea un maderable, debido a que el precio de la madera tiene un crecimiento constante, así como, los sistemas de crédito y extensión apropiados estén disponibles. La rentabilidad de la producción de carne en pasturas tradicionales, por medio de la alimentación suplementaria, depende en gran medida de los costos de los insumos. La creciente demanda por gallinaza y melazas ya están causando alzas en los precios, lo que provoca dudas sobre la sostenibilidad a largo plazo de este tipo de sistema en la región.





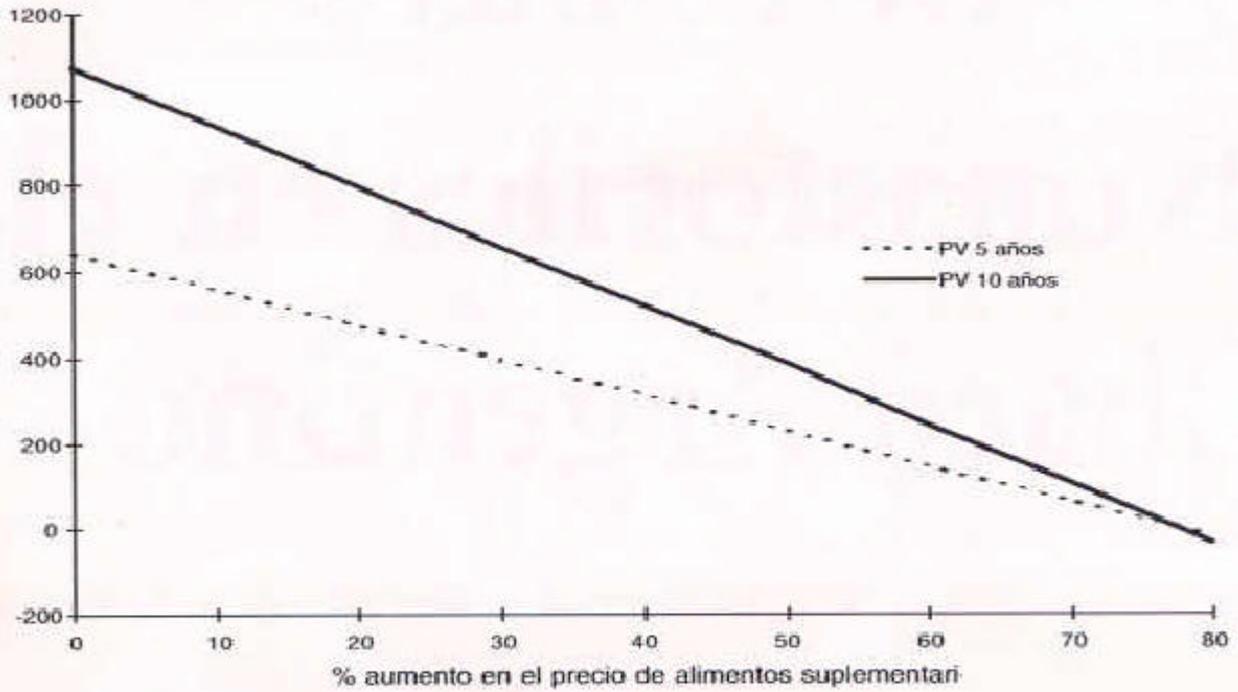


Figura 1d. Relación entre % aumento en el precio de alimentos suplementarios y el VP de un sistema de alimentación suplementaria

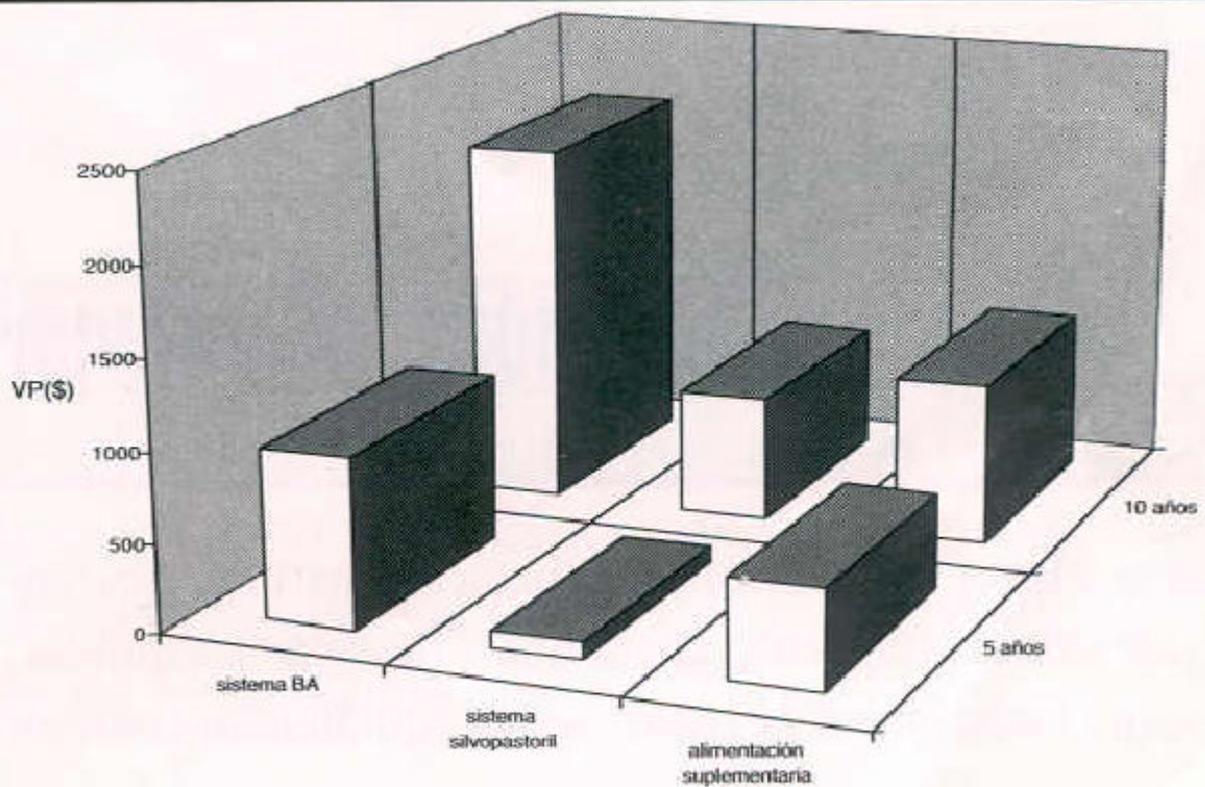


Figura 1c. VP (\$) para sistemas alternativos de producción de la carne

## REFERENCIAS

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1993. Biennial report 1992-1993: tropical forages. CIAT. Working Document No. 166

Hernández M., Argel, P.J., Ibrahim, M.A. and Mannetje, L. 't. 1995. Pasture production, diet selection and liveweight gains of cattle grazing *Brachiaria brizantha* with or without *Arachis pintoii* at two different stocking rates in the Atlantic Zone of Costa Rica. *Tropical Grasslands (Australia)* 29, 134-41.

Ibrahim, M.A. 1994. Compatibilidad, persistencia and productividad of grass-legume mixtures for sustainable animal production in the Atlantic Zone of Costa Rica. Tesis Ph.D. Wageningen, Holanda, Wageningen Agricultural University. 129 p.

Ibrahim, M.A. and Holmann, F. 1994. La siembra de pastos intercalados con elotís para recuperación de costos de establecimiento de pastura en el trópico húmedo de Costa Rica. CATIE, Turrialba, C.R. Tercer Informe Anual del Proyecto Sistemas Silvopastoriles, CATIE. 10 p.

Jansen, H.G.P., Ibrahim, M.A., Nieuwenhuyse, A., Abarca Monge, S., Joenje, M., and Mannetje, L. 't. 1997. The economics of improved pasture and silvipastoral Technologies in the Atlantic Zone of Costa Rica". *Tropical Grasslands (Australia)* En prensa.

Joenje, M. 1995. Adoption of improved pasture technologies in the Atlantic Zone of Costa Rica. Research Program on Sustainability in Agriculture. REPOSA, CATIE/UAW/MAG. Field Report no. 148. s.p.