

## Viabilidad financiera de modelos de manejo de rumiantes en sistemas silvopastoriles con y sin suplementación estratégica<sup>1</sup>

Financial viability of ruminant's management in silvopastoral systems with and without strategic supplementation

Jairo Mora-Delgado, Johanna Romero y Lenda Zamora

Grupo de Investigación Sistemas Agroforestales Pecuarios  
Universidad del Tolima  
jrmora@ut.edu.co

### Resumen

Los estudios de prefactibilidad son de gran importancia en los procesos de reconversión tecnológica, en la medida que su viabilidad se demuestra mediante una evaluación ex-ante de indicadores de viabilidad técnica, productividad, financiera, económica y social de los modelos mejorados. En este estudio se demuestra la rentabilidad del establecimiento de un sistema silvopastoril (E-SSP) y se analizan dos modelos alimentarios (CI-SSP y CI.SSP-S), siendo uno de ellos más promisorio técnica y financieramente bajo las condiciones ambientales y socioeconómicas de la "terrace de Ibagué". Se demuestra mediante análisis ex-ante la viabilidad de los modelos de alimentación analizados, especialmente los basados en forrajes y fuentes endógenas, incluyendo los sistemas silvopastoriles como opción forrajera y el uso de residuos de cosecha o de procesos agroindustriales para la suplementación de la dieta.

**Palabras clave:** agroforestería, rentabilidad, ganadería, pasturas

### Abstract

Prefeasibility studies are of great importance in the process of technological transformation, to the extent that its feasibility is demonstrated by an ex-ante indicator of technical feasibility, productivity improved models, financial, economic and social evaluation. In this study the profitability of the establishment of a silvopastoral system (E-SSP) is demonstrated and two food models (CI-SSP and CI.SSP-S) are analyzed, one being most promising technical and financially under ambient conditions and socioeconomic of "terrace Ibague". Demonstrated by ex-ante the feasibility of feeding patterns analyzed analysis, especially those based on forages and endogenous sources, including silvopastoral systems as a forage option and the use of crop residues and agro-industrial processes for supplementation of the diet.

**Keywords:** agroforestry, profitable, livestock, pastures

---

<sup>1</sup> Artículo extraído con base al capítulo 5 del documento de Mora et al (2006) Optimización alimentaria en sistemas de ganadería de carne limpia mediante el uso de recursos agroindustriales y silvopastoriles en la meseta de Ibagué. Gobernación del Tolima-ADT- Universidad del Tolima. Ibagué. 148 p

## Introducción

En la meseta de Ibagué los pastos constituyen la base de la alimentación de bovinos. No obstante, ellos sufren el efecto determinante del clima sobre la producción de forraje y la calidad energética, principalmente entre los meses de julio y septiembre, lo cual influye negativamente en la productividad de los animales. Una manera de contrarrestar los problemas de alimentación que se presentan en esta época y presentar una solución a estos sistemas, es la utilización de una alimentación estratégica con un adecuado uso de los recursos existentes. Una opción es la utilización de sistemas silvopastoriles, con gramíneas y leguminosas, como la base de la alimentación. Esto, a la par de la suplementación con residuos de la agroindustria, reduciendo el uso de fuentes nutricionales externas, para mejorar la productividad animal y evita la ampliación de la frontera de pasturas. Estas estrategias pueden ser una solución a los problemas que se presenten en las épocas críticas del verano reduciendo a la vez los impactos ambientales negativos.

Existen estudios sobre el efecto positivo de la suplementación con concentrados comerciales o gallinaza (Delaby et al., 2001); sin embargo, esta tecnología no es económicamente rentable, principalmente para pequeños productores de áreas marginales (Sánchez et al. 2009). Ante esto, el uso de suplementos producidos en la finca es una alternativa importante (Clavero, 1996). Evaluaciones económicas en diferentes prácticas alimentarias, demuestran los beneficios económicos derivados del uso de leguminosas de piso o forrajeras, pasturas mejoradas y sistemas silvopastoriles (Jansen et al., 1997; Alonzo, 2000, Holguín 2005), donde las fincas que usan recursos producidos en finca tienen una menor vulnerabilidad que aquellas que dependen de recursos alimenticios externos (Holguín 2005).

Una manera de evaluar anticipadamente la viabilidad de las inversiones en dichos modelos alimentarios es la evaluación financiera ex –ante. Estas evaluaciones constituyen la forma más práctica de estimar la rentabilidad interna de una inversión, a través del cálculo de indicadores como el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y la relación beneficio /costo (B/C). El VAN indica la ganancia generada por el proyecto y una inversión resulta viable en términos financieros cuando este valor es mayor que cero (Romero, 1998). La Tasa Interna de retorno (TIR) indica la tasa de interés a la que habría que descontar las utilidades futuras, para igualarlas con el valor de la inversión inicial. Este dato indica la rentabilidad que el empresario recibiría hoy, por correr el riesgo de invertir su dinero en una nueva alternativa. La relación B/C resulta de dividir los beneficios actualizados por los costos actualizados (Louman et al., 2001). Este cociente indica la ganancia neta generada por un proyecto por cada unidad monetaria invertida, lo cual constituye un indicador de la rentabilidad relativa de un proyecto (Romero, 1998).

Los objetivos de este capítulo son: **1)** Analizar el estado financiero en el corto plazo de modelos de producción. **2)** determinar el punto de equilibrio de cada uno de los modelos, **3)** Analizar los indicadores financieros en el largo plazo para un período de 10 años.

## Materiales y métodos

Se seleccionaron cuatro fincas de referencia que representan diferentes situaciones: el escenario actual de la ganadería de la meseta de Ibagué y un escenario mejorado basado en silvopastoreo.

Con base en la información recabada en estas fincas de la “Terraza de Ibagué” y

complementada con información de fuentes secundarias se simularon los modelos alimentarios que se describen los supuestos y sobre los cuales se realizaron análisis financieros ex-ante. Se hizo consultas a técnicos y expertos de diferentes entidades como la Universidad del Tolima, Fedegán, UMATA de Ibagué, Comité de Ganaderos, ICA entre otros. La información de fuentes primarias se obtuvo de los ganaderos de la zona y se realizaron entrevistas en profundidad a los administradores de cuatro fincas: Hacienda San Isidro, Hacienda Venta Quemada, Hacienda Guanani y hacienda El Chaco. La información suministrada por los informantes fue verificada mediante visitas de campo y revisión de los registros disponibles.

Se hizo un análisis de ingresos y egresos en el corto plazo de cada modelo siguiendo la metodología de Louman *et al* (2001). Para determinar la rentabilidad de las inversiones para el mejoramiento de los sistemas de alimentación se realizó un análisis beneficio-costos de los tres modelos.

#### Formulación del flujo de caja y análisis financiero

Se hizo un análisis financiero siguiendo los pasos que a continuación se listan: Se estimaron parámetros de producción y productividad para cada una de las fincas de referencia; se estimaron costos fijos y variables e ingresos para cada modelo; los jornales que se contabilizan en el flujo de caja corresponden a la mano de obra contratada; utilizando una hoja de Excel se calcularon los indicadores financieros (VAN y B/C); los costos de producción y precios de venta fueron obtenidos mediante entrevistas a los productores y técnicos de la zona, también se consultaron en casas de venta de insumos agrícolas.

El valor presente neto y la tasa interna de rendimiento en realidad es el mismo método, sólo que sus resultados se expresan de manera distinta. La tasa interna de rendimiento es el interés que hace el valor presente igual a cero, lo cual confirma la idea anterior. Las ecuaciones para el cálculo de VAN y TIR, tomadas de Herrera (2009), se explican a continuación:

Valor presente neto (VAN):

$$VAN = -P + \sum_1^n \frac{FNE}{(1+TMAR)^n} + \frac{VS}{(1+TMAR)^n}$$

Tasa interna de rendimiento (TIR):

$$TIR = \sum_1^n \frac{FNE_n}{(1+i)^n} + \frac{VS}{(1+i)^n}$$

Donde:  $p$  = inversión inicial;  $FNE$  = Flujo neto de efectivo del periodo  $n$ , o beneficio neto después de impuesto más depreciación;  $VS$  = Valor de salvamento al final de periodo  $n$ ;  $TMA R$  = Tasa mínima aceptable de rendimiento o tasa de descuento que se aplica para llevar a valor presente los FNE y el VS.  $i$  = Cuando se calcula la TIR, el VAN se hace cero y se desconoce la tasa de descuento que es el parámetro que se debe calcular.

Los costos de producción e ingresos se analizaron para la totalidad de la finca y posteriormente se expresaron por hectárea. El período del flujo de caja fue de 10 años. Los precios de venta de carne los precios de los insumos se expresan como precios en finca, es decir, son los precios que el ganadero recibe por sus productos o el precio que paga por los insumos puestos en la finca.

Se asume que la inversión corresponde a los gastos de establecimiento de las mejoras, compras de animales. Se estima una tasa de descuento del 7% y una tasa de inflación del 6% anual.

### Punto de equilibrio

Para calcular el punto de equilibrio, se utilizan los costos fijos y los costos variables para cada unidad producida (Kg de carne en pie). Este fue calculado por año, en unidades vendidas o en ventas totales. El costo variable de los productos agrupa todos los costos que están relacionados directamente con el bien producido, como por ejemplo el costo de la materia prima, el costo de la mano de obra utilizada en el proceso. El costo fijo agrupa todos los costos en los que incurre la finca independientemente del nivel de producción. El punto de equilibrio se calcula restando al precio de venta de los productos, el costo variable. Este valor es el margen de venta por unidad, que se expresa generalmente en porcentaje. Los costos fijos se dividen entre el margen de ventas, para determinar las ventas necesarias para no ganar ni perder. Este valor dividido entre el precio promedio de ventas da el número de unidades que debería vender la empresa para cubrir los costos fijos.

### Descripción de los modelos a evaluar

**Modelo E-SSP:** Es un modelo hipotético de Establecimiento de un Sistema Silvopastoril (ESSP) de leucaena con pasto estrella. Se establecen 4 has y 3 has en el primero y segundo año, respectivamente. Cada manga es de una ha, para establecer un periodo de ocupación de cinco días y 30 días de descanso. En el sistema se manejan 50 animales en ceba, con una ganancia de peso de 448 gr/día, Para salir con peso de 430 a los 240 días.

**Modelo CI-SSP: Ceba intensiva en sistemas silvopastoriles.** El objetivo es producir novillos de 430 kg. Se usan animales cruzados de *bos taurus* x *bos indicus*. Se comienza la ceba con animales destetados a los 9 meses con un peso aproximado de 160 kg para llevarlos hasta los 430 kg en 18 meses con una ganancia de peso de 500 g/día. La alimentación se basa en pastoreo de forraje proveniente de sistemas silvopastoriles de tres estratos: leucaena con pasto estrella y algarrobo. Se maneja una rotación de 35 días de descanso y seis días de ocupación en 13,5 has. Se asume una producción por ha de 8920 kg de forraje verde por corte. En la Tabla 1 se presentan los aportes nutricionales de la dieta básica.

**Tabla 2** Ración propuesta para el modelo.

	Cantidad (Kg)	PC (%)	EM (Mcal)	Costo (\$/kg)
Pasto Estrella	15	10	1,98	5,27
Leucaena	20	24,2	2,13	5,27
Ración	37	18	2,053 Mcal	5,27

**Modelo CI-SSP-S: Ceba intensiva en sistemas silvopastoriles más suplementación** tiene las mismas características del Modelo CI-SSP más una suplementación en la cual se utiliza una

dieta preparada con recursos locales como son: gallinaza de jaula, pica de arroz, harina de arroz y frijol mungo, complementados con melaza y sal mineralizada.

**Tabla 3.** Dieta alimenticia para el ganado utilizando recursos regionales.

Ingredientes	%	PC	%PC	EM	%EM	Costo (\$)	Costo por Kg (\$)
Gallinaza	30.00	22.0	6.60	2080	624	70	21.0
Melaza	7.00	-	-	2600	182	500	35.0
Harina de arroz	23.20	12.50	2.90	3220	747.04	400	92.0
Fríjol Mungo	17.30	26.0	4.50	2900	501.7	400	69.2
Sal Mineral	2.50	-	-	-	-	1000	25.0
Pica de arroz	20.0	10.0	2.00	2300	460	30	6.00
Total	100.0		16.0			2514.74	248.2

La gallinaza presenta valores nutricionales aceptables para la alimentación de rumiantes y libre de contaminación, proveniente de una industria avícola local. Se utiliza la técnica de ensilajes para mejorar y preservar los nutrientes de la mezcla con el fin de obtener un sistema de producción sostenible, económica y rentable, Se mejora la ganancia diaria de peso (692 gr/día) para sacar

animales con peso de mercado (430 kg) a los 13 meses después del destete.

### Resultados y discusión

El análisis financiero del modelo E-SSP indica que la recuperación del capital por el establecimiento de sistemas silvopastoriles se logra dos años después de la inversión, demostrando indicadores positivos en el largo plazo.

**Tabla 4.** Flujo de caja para el establecimiento de in sistema silvopastroril (E-SSP)

Modelo E-SSP	Inversión	Años				
		1	2	3	4	5
Ingresos	\$ -	\$ -	\$ 61.662.187,50	\$ 130.723.837,50	\$ 138.567.267,80	\$ 146.881.303,80
Costos Fijos	\$ -	\$ 2.080.000,00	\$ 3.328.000,00	\$ 5.324.800,00	\$ 8.519.680,00	\$ 13.631.488,00
Costos Variable	\$ 15.100.997,00	\$ 22.339.165,00	\$ 52.629.901,00	\$ 97.083.569,00	\$ 101.762.635,00	\$ 106.493.363,00
Ingreso Neto	\$ -15.100.997,00	\$ -24.419.165,00	\$ 5.704.287,00	\$ 28.315.469,00	\$ 28.284.952,00	\$ 26.756.453,00

El análisis financiero ex – ante arroja un VAN de \$ 13.991.879, una TIR de 30% y una relación B/C de 1,37, los cuales indican una situación competitiva frente a otras alternativas de inversión. Es importante resaltar que la introducción de especies forrajeras en el sistema alimenticio, favorece la rentabilidad incremental, lo cual concuerda con lo encontrado con Gobbi y Casasola (2003), quienes estimaron un VAN incremental positivo de US\$ 1613 y una tasa de retorno a los recursos propios de la finca de 20%. Sin embargo, es de especial importancia el beneficio obtenido en los

modelos de desarrollo endógeno, ya que esto ratifica los beneficios de sustituir sistemas tradicionales o intensivos convencionales por una dieta basada en recursos endógenos con arreglos silvopastoriles.

### Análisis de Ingresos y Egresos

En la Tabla 5 se pueden observar la proporción entre costos fijos y variables en el año 1, donde en el modelo cuatro resalta la importante proporción de los costos fijos en la estructura de costos. Esto contrasta al resto de modelos en los cuales los costos variables

sobrepasan el 80%. Es interesante el caso del modelo 1 por el gran peso que tiene el ingreso neto como proporción del Ingreso total. Sin embargo como se verá más adelante, su

rentabilidad en el largo plazo no es significativa.

**Tabla 5.** Indicadores financieros de los modelos analizados en porcentaje.

Modelo	Total Costos	Ingreso bruto	Ingreso Neto	Costo Fijo (%)	Costo Variable (%)	Ingreso neto/Ingreso bruto (%)
CI-SSP	\$ 35.567.431,00	\$ 43.043.000,00	\$ 7.475.569,00	29,24	70,76	17,37
CI-SSP-S	\$ 50.448.525,00	\$ 69.649.250,00	\$ 19.200.725,00	12,88	87,12	27,57

**Punto de equilibrio**

En la Tabla 6 se aprecian los volúmenes mínimos necesarios para cubrir los costos

fijos y para obtener utilidad neta, en cada uno de los modelos analizados.

**Tabla 6.** Punto de equilibrio para cubrir costos fijos y obtener utilidad.

Modelos	PE	PEU
	Kg/ha/año	
CI-SSP	240,74	1091,54
CI-SSP-S	155,32	1482,33

**PE:** volumen mínimo para cubrir los costos fijos; **PEU:** volumen mínimo para obtener utilidad

**Análisis financiero ex – ante**

Los análisis financieros descontados de la tabla 7 permiten evaluar de manera ex-ante la viabilidad de los modelos de alimentación animal. El VAN en el modelo CI-SSP-S casi que doble al valor de la inversión en el CI-SSP, lo mismo que la relación B/C que es fue 1,3 veces mayor en el modelo CI-SSP. Tales indicadores empíricos evidencian las bondades de la suplementación estratégica

en la alimentación de animales pastoreando en sistemas silvopastoriles.

**Tabla 7.** Indicadores financieros descontados de los modelos evaluados para la meseta de Ibagué.

Modelo		VAN		B/C
CI-SSP	Predio	\$	227.852.202,79	1,52
	ha	\$	16.877.940,95	1,52
CI-SSP-S	Predio	\$	417.827.765,37	2,00
	ha	\$	30.950.204,84	2,00

Tasa de descuento = 7%

Los indicadores sugieren la viabilidad de los modelos de alimentación basada en recursos agroindustriales y agroforestales. Si bien la ceba intensiva en sistemas silvopastoriles es un negocio promisorio, esta mejora cuando el silvopastoreo es suplementado con un suplemento ensilado preparado con residuos agroindustriales como lo demuestra la relación B/C.

### Conclusiones

El análisis ex – ante demuestra las bondades financieras de invertir en el establecimiento de un sistema silvopastoriles. Los incrementos en los indicadores financieros demuestran las ventajas de pasar de un modelo de ceba intensiva en sistemas silvopastoriles (CI-SSP) a un sistema en el cual se suplementa los animales con una dieta preparada con recursos agroindustriales (CI-SSP-S).

El mejoramiento del sistema de alimentación incide positivamente en la obtención de beneficios financieros. Esto se demuestra con los análisis ex- ante realizados en los dos prototipos de fincas. El análisis ex-ante sugiere que podrían obtener un beneficio incremental considerable por el cambio de modelo alimentario con el solo manejo de suplementación.

Se demuestra, mediante la simulación, la necesidad de avanzar en el proceso de intensificación endógena de la ganadería, vía

fomento de sistemas silvopastoriles y suplementación con recursos locales.

### Agradecimientos

A la Asociación Para el Desarrollo del Tolima quien financió el estudio básico y la Empresa Agropecuaria El Chaco por facilitar el accesos a la información de costos de producción.

### Referencias bibliográficas

Alonzo, I. M. 2000. Potential of Silvopastoral Systems for economic dairy production in Cayo, Belize and constraints for their adoption. Tesis M.Sc; CATIE, Turrialba, Costa Rica. 96 p.

Clavero, T. 1996. Las leguminosas forrajeras arbóreas: Sus perspectivas para el trópico americano. En: Clavero, T. (ed.). Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes Universidad del Zulia. p. 1 - 10.

Delaby, L.; Peyraud, J.; y Delagarde, R. 2001. Effect of the level of concentrate supplementation, herbage allowance and milk yield at turn-out on the performance of dairy cows in mid lactation at grazing. Anim. Sci. 73:171 - 181.

Gobbi, J. A. y Casasola, F. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas

de Esparza, Costa Rica. Agrofor. Am. 10 (39-40):52 – 60

Holguín, V; 2005. Análisis comparativo y evaluación financiera de modelos de manejo nutricional en fincas de ganado de doble propósito en la zona del pacifico central de Costa Rica. Tesis M.Sc Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, Nutrición Animal; Universidad de Costa Rica. San José de Costa Rica. 96 p

Herrera I. (s.f.) El punto de equilibrio. Consultado en Internet 22-02-2015 [http://www.oocities.org/es/caldep7/eval\\_proyectos/forot1/foro1.html](http://www.oocities.org/es/caldep7/eval_proyectos/forot1/foro1.html)

Jansen, H.; Nieuwenhuyse, A.; Ibrahim, M.; Abarca, S. 1997. Evaluación económica de la incorporación de leguminosas en pasturas mejoradas comparado con sistemas tradicionales de alimentación en la zona Atlántica de Costa Rica. In: Agroforestería en las Américas 4: 9-13

Louman B; Quiros D y Nilson M. 2001. Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con énfasis en América Central. Manual Técnico No. 46. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 265 p

Romero C. 1998. Evaluación financiera de inversiones agrarias. Ediciones Mundi-Prensa. México. 78 p

Sánchez, LY; Andrade, HJ; Rojas, J. 2009. Demanda de mano de obra y rentabilidad de bancos forrajeros en Esparza, Costa Rica. Acta Agronómica, Vol. 59, N°. 3, 363-3

