

# Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), con base en *Leucaena leucocephala* (Estudio de caso en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán, México)

Costs and benefits of a system intensive silvopastoral (SSPi) based on *Leucaena leucocephala* (Case study in Tepalcatepec, Michoacán, Mexico)

**González, J. M.**

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo  
Facultad de Economía "Vasco de Quiroga"  
Av. Francisco J. Mujica S/N  
Col. Felicitas del Río, Edificio "T" Planta Baja, Ciudad Universitaria  
Morelia, Michoacán; México (C.P. 58030).  
\*Correspondencia: jmanuelgp9090@yahoo.com.mx

## Resumen

Se analizaron los costos en que se incurren y los beneficios económicos que se generan en un SSPi con base en *Leucaena leucocephala*, en terrenos de riego por gravedad, con el fin de evaluar la rentabilidad económica de las inversiones y hacer una comparación entre el SSPi y el sistema que tradicionalmente operaba o línea base (40% monocultivo de pasto Tanzania *Panicum maximum*, 30% de sorgo forrajero *Sorghum vulgare* bajo el sistema de corte y 30% de agostadero con pastos nativos). Complementando la alimentación del ganado suizo de doble propósito en el SSPi con pulido de arroz a razón de 1.50 kg diarios por vaca durante la ordeña; y en la línea base se utilizó 3.50 kg de alimento comercial diario por vaca ordeñada. Resultando, para el SSPi, una TIR del 13.30% y el VAN al 10%, un saldo positivo de \$2'202,170 (pesos mexicanos) y en la situación inicial o línea base se obtuvo una TIR del 0.70% y el VAN al 10% resultó negativo, con \$-4'717,022 (pesos mexicanos).

## Abstract

This study analyzes the costs incurred on an intensive silvopastoral system (ISS) based on *Leucaena leucocephala* on gravity fed irrigation soil, and the economic benefits that are generated in this type of systems, all this in order to evaluate the economic profitability of the investment and to make a comparison between the ISS and the conventional ones (40% grass monoculture Tanzania *Panicum maximum*, 30% of forage sorghum *Sorghum vulgare* under a cutting system and 30% of rangeland with native grasses). The feed for dual-purpose Swiss cattle was complemented in the ISS with polished rice at the rate of 1.50 kg/day per cow during milking, while the traditional system used 3.50 kg/day of commercial feed by milked cow. The results showed an Internal Rate of Return (IRR) for the ISS of 13.30% and a Net Present Value (NPV) of 10% with a positive balance of \$2'202,170 (Mexican pesos) while the traditional system obtained an IRR of 0.7% and a NPV of 10% with a negative

El SSPi incrementó de manera importante la productividad y la rentabilidad del rancho haciéndolo lucrativo, ya que con el sistema tradicional no era rentable económicamente.

### *Palabras clave*

Tasa interna de retorno (TIR), valor actual neto (VAN), bovinos, inversión.

balance of -4'717,022 (Mexican pesos). When switching from the conventional system to the ISS the productivity and profitability of the ranch incremented and turned it into a lucrative business.

### *Keywords*

Internal rate of return, net present value, bovine, investment.

## Introducción

**E**l análisis de costos en que se incurre y de los beneficios que se generan en un producto o servicio desarrollado por las empresas, constituye una de las tareas prioritarias para determinar su utilidad financiera.

Para cuantificar las utilidades en cualquier tipo de negocio es necesario identificar los costos y beneficios de sus productos o servicios. En este sentido, los procesos de costeo se han vuelto prioritarios para todas las empresas líderes de los países emergentes que están dominando los segmentos de valor por dinero en su mercado local y en el extranjero, no sólo sacando ventaja por sus costos laborales más bajos, sino mediante sofisticadas capacidades de innovación de costos (Williamson y Zeng, 2009).

Simultáneamente, las empresas están desarrollando nuevas tecnologías, diseños, productos y servicios; además, replanteándose enfoques para la innovación colaborativa con el fin de mantenerse a la cabeza de la carrera (Pisano y Verganti, 2008).

La contribución que hace la innovación en la rentabilidad de la organización hace que no sólo estén desarrollando nuevos procesos en sus áreas productivas sino, incluso, utilizan la innovación en sus estrategias operativas que tienen que ver con los servicios; ya que, cerca de un cuarto de empresas europeas y estadounidenses han tomado medidas para acortar sus cadenas de suministro (Ghemawat, 2010).

En un contexto integral en el que se mezclan las innovaciones de costeo, de nuevos productos y servicios, de acotamiento de las cadenas de suministro, los líderes de las grandes empresas cada día asignan más tiempo, talento y recursos a proyectos nacionales que articulan un propósito más amplio que el de ganar dinero guiando estrategias y acciones que permitan abrir nuevas fuentes para la innovación y que contribuyan a combinar la lógica financiera con la social para construir un éxito duradero (Moss, 2011).

Con el fin de combinar la lógica financiera con la social y poder construir un éxito duradero, en este entorno cada vez más globalizado, las organizaciones, instituciones o empresas de las diferentes ramas y sectores de la economía (comerciales, financieras, turísticas, industriales, de servicios, agropecuarias, entre otras) se ven en la necesidad de desarrollar estrategias innovadoras en todo aquello que tenga relación directa o indirecta con la empresa en lo interno o en lo externo; ello, con el fin de generar productos y servicios que el hombre demande, razón por la cual los diferentes actores del sector agropecuario trabajan en actividades que tienen que ver con procesos de innovación en todas las ramas,

con el fin de contribuir al propósito global de todos los seres humanos, que es el alimento. Esta demanda presiona a todos los actores de la actividad pecuaria a realizar procesos de innovación de manera sistemática, que los lleve a elevar su nivel de competitividad y de rentabilidad, independientemente del espacio físico en que operen (local, estatal, regional, nacional o internacional).

En la búsqueda de una mayor competitividad y rentabilidad en sus explotaciones pecuarias, seis personas físicas y una moral del municipio de Tepalcatepec, Michoacán (México), motivados por las innovaciones promovidas por la Fundación Produce Michoacán, A. C., en el trópico michoacano durante el año 2008 y 2009, fueron los pioneros en establecer el sistema silvopastoril intensivo (SSPi), con base en *Leucaena leucocephala*, para usarlo en la alimentación del ganado bovino de doble propósito.

El SSPi es una modalidad de agroforestería pecuaria de producción de alta calidad y amigable con el medio ambiente, que se caracteriza por tener altas densidades de arbustos o árboles forrajeros, como la *Leucaena leucocephala* (Lam.) (Shelton, 1996). Lo anterior ha logrado que hoy el SSPi en la zona sea la mejor opción desde el punto de vista de la sustentabilidad y rentabilidad, ya que los antecedentes en el sitio demuestran que los sistemas tradicionales son menos viables.

Una opción que contribuye a elevar la productividad y la rentabilidad de las empresas pecuarias en el trópico, tiene que ver con las innovaciones que en la alimentación y el manejo del ganado se están dando, mediante los diferentes tipos de sistemas silvopastoriles, los que han demostrado tener resultados más satisfactorios que los sistemas tradicionales actuales.

El rancho “Los Huarinches” se ha utilizado y estudiado con diferentes fines; por ejemplo: Solorio (2009) lo referencia dentro de los ranchos modelos para la implantación del SSPi, para el desarrollo de la industria de quesos y para apoyar la formación de recursos humanos en el núcleo del SSPi Tepalcatepec, dentro de la red de núcleos silvopastoriles intensivos en el trópico michoacano. Bacab (2011) realizó un estudio de caso en dos predios: el primero, correspondió a “Los Huarinches”, el cual cuenta con el SSPi establecido a base de *Leucaena leucocephala* y el pasto Tanzania *Panicum maximum*; y el segundo predio cuenta únicamente con una gramínea (monocultivo) a base de Estrella Africana *Cynodon plectostachyus*. Se concluye que el SSPi supera al monocultivo; ya que, además de los múltiples beneficios que da, permite reducir el uso de alimento concentrado hasta en 6.50 kg. animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, lo cual repercute drásticamente en los costos de producción de la finca.

Álvarez (2011) expone la experiencia empresarial con el SSPi en Tepalcatepec, dentro del rancho, manejando la especialidad en la producción de leche y quesos regionales tipo añejo. Solorio *et al.* (2011) estudiaron la producción forrajera del SSPi en el rancho “Los Huarinches” y el sistema tradicional en otro predio; encontraron que en “Los Huarinches” había una oferta comestible de *Leucaena leucocephala* 748,621 y 1,161 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup>, más la oferta forrajera comestible del pasto Tanzania, que fue de 2,267, 2,395 y 1,679 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup>, para la época de lluvias, invierno y secas, respectivamente.

Mientras que en el caso del rancho “Tradicional”, ubicado en la misma zona, con riego por gravedad, sembrado sólo con el pasto Estrella Africana, se encontró una baja producción forrajera: con 1,200, 1,100, y 948 kg MS ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup>, para la época de lluvias, invierno y secas, respectivamente. Este predio se ha manejado como un rancho tipo escuela dentro del proyecto de transferencia de tecnología de los SSPi, que coordina la Fundación Produce Michoacán, A. C.; antes a nivel local, ahora a nivel nacional. Sin embargo, pese al importante número de actividades desarrolladas e investigaciones efectuadas en el rancho, no se ha analizado comparativamente la rentabilidad económica antes y después de establecer el SSPi.

Al analizar la relevancia que tienen los SSPi frente a los sistemas tradicionales en las regiones tropicales, se consideró viable realizar el presente estudio de caso; ya que se observa, empíricamente, que la viabilidad económica de las empresas ganaderas se incrementa de manera sustancial después de que se estableció el SSPi en el trópico michoacano, sin haber determinado su rentabilidad.

Por tanto, el objetivo del presente estudio de caso fue analizar los costos en que se incurren y los beneficios económicos que se generan en un SSPi a base de *Leucaena leucocephala*, con el fin de evaluar económicamente su rentabilidad y compararla con el sistema que de forma tradicional operaba la empresa denominada Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada, “Los Huarinches”, en el rancho del mismo nombre, ubicado en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán; la cual está integrada por cinco socios que siempre han explotado el ganado bovino de la raza suiza parda con el fin del doble propósito (carne y leche).

## Materiales y métodos

### *Localización y características del área*

El estudio se dio en el Rancho “Los Huarinches”, ubicado tres kilómetros al suroeste de la cabecera municipal de Tepalcatepec, Michoacán (México). La población de Tepalcatepec se ubica en las coordenadas 19°11' de latitud norte y 102°51' de longitud oeste. Posee una altura de 370 msnm. El clima es tropical-seco-estepario con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 28°C, con una precipitación media anual de 700 mm. La vegetación nativa es selva baja caducifolia, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2009 y 1990).

### *Caracterización del rancho en estudio*

El predio denominado “Los Huarinches” tiene un suelo tipo vertisol crómico con clase textural media en los primeros 30 cm, cuenta con agua rodada o por gravedad y posee una superficie total de 54 hectáreas (ha); de las cuales 53 se destinan a potreros y una hectárea a las construcciones, instalaciones y el área de manejo general. Para efectuar el análisis de los costos que se generan, los beneficios que se obtienen, y así poder evaluar la rentabilidad de la superficie estudiada, se realizaron dos escenarios.

Primero se analizó la situación inicial (línea de base) en los términos en que operaba el rancho antes del establecimiento del SSPi, considerando los parámetros técnicos que tenía en su momento, reproduciendo el escenario del sistema tradicional de forma económica, con valores actuales tanto en costos como en beneficios.

De las 53 ha que se destinaron a los potreros en el rancho, 21 ha estaban establecidas con un solo pasto (monocultivo) a base de Tanzania *Panicum maximum*; en esta área se tenían divisiones de potreros de aproximadamente cuatro hectáreas, el manejo consistía en un periodo de ocupación de cinco a seis días, con periodos de descanso entre 40 y 45 días durante el año; se realizaban de 16 a 17 riegos al año, los cuales eran suspendidos en época de lluvias, no se realizaba control químico de hierbas, se aplicaba fertilizante nitrogenado a base de Urea al 46% a razón de 200 kg por ha.

En otra superficie de 16 ha, se sembraban forrajes anuales en el ciclo primavera-verano a base de sorgo forrajero *Sorghum vulgare*, el cual era cortado y empacado para ser administrado a los animales en los corrales. Asimismo, se ponía en descanso 16 ha para ser usadas otro año en la siembra de forrajes anuales de corte; esta superficie en descanso era utilizada como agostadero, aprovechando los pastos criollos o nativos que en forma natural se desarrollaban en el predio. Se daba alimentación complementaria a base de alimentos comerciales, sólo a las vacas ordeñadas, por un promedio de 280 días, 3.50 kg diarios por cabeza; los principales ingredientes del alimento comercial lo constituyeron: el sorgo, el salvado, la pasta de oleaginosas y minerales.

En el egundo escenario se analizó el proyecto actual con el SSPi, considerando los promedios de sus parámetros técnicos obtenidos, las inversiones y labores ejecutadas desde el inicio de su operación hasta la fecha. Las 53 ha destinadas a los potreros se encuentran establecidas con el SSPi, a base de *L. leucocephala* cv. Cunningham (34,500 plantas ha<sup>-1</sup>), asociada con *P. maximum* cv. Tanzania.

Se dividió el área con cercos eléctricos en varios potreros de aproximadamente una ha. La siembra de ambas especies fue realizada al chorrillo, con un distanciamiento entre hileras para *L. leucocephala* de 1.60 m, con la gramínea establecida en hileras a ambos lados de la fila de la leguminosa, con una orientación este-oeste.

En este rancho, el manejo de los potreros consiste en un periodo de ocupación de cuatro días con 40 días de descanso en época de lluvias, y tres días de ocupación con 45 de descanso en época seca. Se proporcionan 16 riegos al año, sin incluir el período de lluvias, ya que en éste se suspenden. No se realiza ninguna aplicación de fertilizantes, no se controlan químicamente las hierbas después del primer año, tampoco se controla ninguna plaga ni enfermedad con ningún tipo de agroquímico. Como alimentación complementaria se da pulido de arroz por vaca parida 1.50 kg diarios, durante 280 días.

Los dos sistemas de explotación (línea base y con proyecto) se han utilizado para la alimentación del ganado bovino de la raza suiza, utilizada por el ganadero con doble propósito (carne y leche). En lo general, siempre se ha dado un buen mantenimiento a las construcciones e instalaciones, incluyendo la rehabilitación de cercas, limpieza de zanjas y drenes, así como la eliminación de plantas y arbustos no deseados.

Las inversiones, de acuerdo con González (1985), citado por González *et al.* (2000) están conformadas por todos los elementos tangibles de la empresa; éstos, son depreciables y serán agrupados en este sentido (en inversión fija); además por los elementos intangibles, los cuales son amortizables y se les llama “inversión diferida”, así como por el capital de trabajo.

Para este caso, aplicará como inversión total la suma de las inversiones fijas y semifijas más el capital de trabajo; no aplica la inversión diferida por no existir. Y para definir al término: costo de los bienes producidos (*cost of goods manufactured*) se considera lo descrito por Rosenberg (1999), quien establece que son todos los costos directos de las materias primas, trabajo y capital fijo para la producción de los bienes acabados.

Los costos y beneficios de la situación inicial o línea de base, así como del proyecto establecido con el SSPi, se obtuvieron directamente de la empresa pecuaria considerando todos los conceptos operativos que intervienen, sus parámetros técnicos y productivos obtenidos en cada caso; en virtud de que su evolución se dio en diferentes tiempos dentro del mismo predio, se han replicado los dos escenarios con precios a como corren en la plaza objeto de estudio, en pesos mexicanos (todas las cifras serán sin centavos), a mayo de 2012.

Los cálculos de rentabilidad se realizaron en *Excel*, con base en las metodologías de Baca (1997) y FIRA (1995). Se tomó en cuenta, para el cálculo del valor actual neto (VAN), una tasa que incluye la inflación, más la prima de riesgo que el ganadero considera prudente, de acuerdo a la naturaleza de la empresa. La tasa de inflación de septiembre 2011 a septiembre 2012, llegó al 4.77%, según INEGI (2012).

Por su parte, el Banco Central Mexicano espera que la inflación oscile en los próximos dos años entre 3 y 4%, dentro de su objetivo oficial del 3% +/- un punto porcentual, informó *El Economista* (2012). Por tanto, en total se consideró aplicar al VAN la tasa del 10%. No se incluyen impuestos en los cálculos para este caso, de acuerdo a la Ley del Impuesto Sobre la Renta (2002), artículo 109, y a la guía para cumplir sus obligaciones, expedida por el Servicio de Administración tributaria (SAT, 2012). La proyección se realizó a 10 años en ambos casos, para evaluar económicamente la rentabilidad de las inversiones.

## Resultados

Las inversiones fijas y semifijas, como operó el rancho (valores de mayo 2012), ascienden a \$8'686,584; de los cuales, el 55.90% corresponde al costo de las tierras; el 28% a las construcciones e instalaciones; el 2.90% a maquinaria y equipo; el 10.30% al pie de cría y el 2.90% a las plantaciones de 21 ha de pastos *Panicum maximum*. Y para el proyecto establecido con el SSPi, \$10'561,480; de los cuales, el 46% corresponden al costo de las tierras, el 28.40% a las construcciones e instalaciones, el 4.60% a maquinaria y equipo, el 14.20% al pie de cría y el 6.80% a las plantaciones de 53 ha del SSPi a base de *Leucaena leucocephala*. Las inversiones fijas y semifijas para los dos sistemas se aprecian en el cuadro siguiente.

**Cuadro 1**  
**Inversiones fijas y semifijas de la línea base (inicio del proyecto)**  
**y del proyecto establecido con el SSPi.**

<i>Inversiones fijas y semifijas</i>	<i>Línea base (inicio del proyecto)</i>	<i>Proyecto establecido SSPi</i>
Superficie de riego por gravedad (ha)	53	53
Superficie con construcciones, instalaciones y áreas de manejo (ha)	1	1
Valor de las tierras en pesos (\$)	4'860,000	4'860,000
Construcciones e instalaciones (\$)	2'432,000	2'995,300
Maquinaria y equipo (\$)	252,000	492,000
Pie de cría (\$)	892,684	1'495,500
Plantación y mantenimiento del pasto en 21 ha durante el primer año (\$)	249,900	0
Plantación y mantenimiento del SSPi en 53 ha (\$) durante el primer año	0	718,680
<i>Total (\$)</i>	<i>8'686,584</i>	<i>10'561,480</i>
Diferencia en los activos fijos y semifijos entre la línea base y el proyecto con el SSPi		1'874,896

Fuente: Elaboración propia.

El SSPi tiene mayor porcentaje en el pie de cría que en la línea base, esto se debe a que el SSPi presenta una mayor capacidad de carga animal; además, muestra en lo general mejores parámetros técnicos, como se aprecia en la cuadro 2.

**Cuadro 2**  
**Parámetros técnicos obtenidos en la línea base (inicio del proyecto)**  
**y con el proyecto establecido bajo el SSPi.**

<i>Parámetros técnicos</i>	<i>Línea base (inicio del proyecto)</i>	<i>Proyecto establecido SSPi</i>
Capacidad de carga promedio en UA por ha	2.1	5.5
Destete (%)	70	72
Mortalidad adultos (%)	2	1.5
Mortalidad de crías después del destete (%)	3	2.5
Desecho de vacas (%)	10	10
Litros de leche por vaca por año	2,520	2,755

Fuente: Elaboración propia.

El impacto más relevante está en la capacidad de carga animal, ya que en la línea base se tenía un promedio de 2.1 UA por ha (en el pasto a base de Tanzania *Panicum maximum* 2 UA por ha, en el sorgo forrajero *Sorghum vulgare* 4 UA por ha, en los pastos nativos 0.3 UA por ha.); mientras que el SSPi soporta 5.5 UA por ha, además del resto de los parámetros técnicos indicados en la cuadro 2.

Al efectuar una retrospectiva de la línea base, considerando desde su establecimiento hasta su finiquito, y tomado en cuenta desde el establecimiento del SSPi hasta el comportamiento actual, se tiene que: al manejar en los dos casos un horizonte de 10 años, resultó que las unidades vendidas en la empresa con el SSPi supera en un alto grado a la línea base; por citar algunas cifras, el número de cabezas (cb) de vaquillas vendidas se superó en dos tantos; en el caso de las cb de novillos, se comercializaron 2.3 veces más y en el caso del queso, se vendió 2.6 veces más de toneladas (t). Este último producto, es resultado de que en el rancho no se vende la leche, siempre se ha utilizado para transformarla en queso oreado tipo “Cotija” para su venta. Las cifras en unidades vendidas se aprecian en la cuadro 3.



## Cuadro 3

Unidades vendidas durante el horizonte del proyecto a 10 años en la línea base (inicio del proyecto) y con el proyecto establecido bajo el SSPi.

<i>Unidades vendidas durante el horizonte del proyecto de 10 años</i>	<i>Línea base (inicio del proyecto)</i>	<i>Proyecto establecido SSPi</i>
Vacas de desecho cabezas (cb)	66	156
Vaquillas (cb)	124	245
Novillos un año a dos (cb)	219	513
Leche (l) (en el rancho no se vendió la leche se trasformó en queso para su venta)	1'172,000	3'093,894
Queso (t)	117,200	309,389

Fuente: Elaboración propia.

Al considerar los precios de venta por unidad, en pesos sin centavos al pie del predio como se cotizan, son: vacas de desecho (cb) 6,000; vaquillas para cría (cb) 11,000; novillos (cb) 6,300; queso (t) 80,000. Se obtuvieron los ingresos que muestra el cuadro 4, que además considera los egresos de los dos sistemas.

Dentro de los egresos más relevantes en la línea base está el mantenimiento anual del pasto *Panicum maximum* (21 ha) con un costo por ha de \$6,950; la siembra y cultivo de sorgo forrajero (16 ha) hasta antes del corte \$6,500 por ha; corte, empacado y transporte del campo al lugar de consumo \$3,400 por ha; mano de obra anual por UA por año \$1,095; costo anual de medicinas y vacunas \$120 por UA; mantenimiento de las construcciones, maquinaria y equipo \$80,520 anual; 3.50 kg de alimentación complementaria por vaca diario durante un periodo de lactancia de 280 días a un precio por kilo de \$5.75; la inseminación artificial (incluyendo la compra del semen hasta la preñez) \$1,000 por cb.

El SSPi tiene los mismos costos que la línea base en lo que concierne a la mano de obra anual por UA, en las medicinas y vacunas por UA, en la inseminación, el mismo porcentaje sobre el costo de las inversiones fijas y semifijas para el mantenimiento. Sin embargo, existen diferencias marcadas que hacen más rentable el SSPi frente al sistema tradicional, ya que el rubro de costos es más bajo en lo general; por ejemplo, en la superficie de 53 ha establecidas del SSPi, el costo de mantenimiento después del segundo año y subsecuentes por ha, es más bajo ya que no consume ningún fertilizante, teniendo un gasto por ha de \$5,595; el costo de la alimentación complementaria por vaca parida diaria es más baja, ya que sólo se utiliza 1.50 kg de pulido de arroz a un precio por kg de \$3.50, durante un periodo de lactancia de 290 días.

Tomando en cuenta los flujos de efectivo en un horizonte de 10 años, para los dos proyectos y el valor de las inversiones fijas y semifijas en la línea base (inicio del proyecto) y con el proyecto establecido bajo el SSPi, se obtuvo una TIR para la línea base de 0.70% y para el SSPi del 13.30%, y el VAN a una tasa del 10% para la línea base resultó negativo, en \$-4'717,022; y para el SSPi, de \$2'202,170; el periodo de recuperación de las inversiones con un VAN al 10%, para el primer caso, no se da bajo ningún horizonte de planeación; y para el SSPi se da en el año siete, como se aprecia en el siguiente cuadro.

**Cuadro 4**  
Resultados económicos financieros de los dos sistemas de producción en un horizonte de 10 años.

<i>Conceptos</i>	<i>Línea base (inicio del proyecto)</i>	<i>Proyecto establecido SSPi</i>
Ingresos totales en 10 años (\$)	10'556,304	26'975,729
Egresos totales en 10 años (\$)	7'885,476	9'548,374
Ingresos menos egresos operativos (\$)	2'670,828	17'427,355
Tasa interna de rendimiento (TIR)	0.70%	13.30%
Valor actual neto (VAN) al 10%	-4'717,022	2'202,170
Periodo de recuperación de las inversiones con un VAN al 10%	No se da bajo ningún horizonte de proyecto	Se da utilizando un horizonte a 7 años
Relación beneficio-costo operativo a valores constantes (ingresos/egresos)	1.34	2.8
Relación beneficio-costo (flujos actualizados al 10%/inversiones)	0.47	1.2

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados económicos demuestran que los indicadores obtenidos, bajo el sistema tradicional, están por debajo de los obtenidos con el SSPi.

## Discusión

La viabilidad económica que tenían las siete empresas de la zona antes de establecer el SSPi era baja, e incluso llegaba a presentar números rojos utilizando los sistemas de explotación tradicional en la cría, alimentación y manejo del ganado bovino de doble propósito en la zona tropical. El sistema tradicional usado en los terrenos de riego por gravedad es muy variado; destacan los siguientes tres: a) Sistema que se basa en alimen-

tar a los animales con pastos como Estrella Africana *Cynodon plectostachyus*, o Tanzania *Panicum maximum*, y suplementar con granos o concentrados comerciales de tres a seis kg/día por vaca parida; b) Consiste en la siembra de sorgo forrajero o maíz forrajero, cortarlo y empacarlo para, posteriormente, dárselo al ganado en el corral de manejo, suplementando alimenticiamente a las vacas paridas con granos o concentrados comerciales de tres a seis kg diarios por vaca de ordeña; c) Otros ganaderos utilizan en el mismo predio los dos métodos anteriores.

Las razones por las que el SSPi tiene una rentabilidad económica superior a la línea base se debe, principalmente, a que tiene una capacidad de carga animal de hasta 2.6 veces más, la producción de proteína (kg/ha) es 5.8 mayor, lo que hace que se reduzca el uso de alimento complementario, el SSPi no es un sistema consumista de agroquímicos, lo que minimiza los costos de cultivo sobre cualquier cultivo tradicional.

Por sus resultados en su origen, este predio al igual que seis más fueron pioneros del SSPi en el trópico michoacano y contribuyeron para que se operara el programa de prioridad nacional 2010-2011.

Los antecedentes de la viabilidad económica de la línea de bovinos de doble propósito en la zona y en otros estados de la República con condiciones tropicales similares demuestran que, operando con los sistemas tradicionales, tienen baja rentabilidad o pérdidas.

Sobre la rentabilidad de la ganadería en el tópic michoacano, Sánchez y Sánchez (2005), indican que la tasa interna de rendimiento (TIR) para el ganado de doble propósito, cuando hacen la venta directa al consumidor de la leche, es de 6.60%; y cuando se hace a intermediarios es del 2.50%.

En el trópico michoacano, antes del cierre del Banco de Crédito Rural del Pacífico Sur, S.N.C., la línea de crédito denominada “bovinos cría, alimentación y manejo”, la cual se utilizaba para financiar las explotaciones ganaderas de bovinos de doble propósito, su relación beneficio-costo era de 1.25, sin considerar las inversiones fijas y semifijas; en caso de impactar estos rubros, resultaba negativo el indicador (BANRURAL, 2003).

Según los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México (FIRA, 2007) del estado de Tabasco, la rentabilidad de las empresas de ganado bovino de doble propósito llegaron a un 50% a tener diferentes niveles de pérdidas; el 33% estaban en su punto de equilibrio y sólo un 17% tenían diferentes niveles de utilidades.

En Brasil, utilizando el mismo predio, en el cual primeramente se estableció sólo con las gramíneas forrajeras *Brachiaria brizantha* e *Hyparrhenia ruffa*, como pastura sin árboles (monocultivo); y, posteriormente, a estos pastos les sembraron árboles convirtiéndolos en un sistema silvopastoril (SSP). Se observó que el nuevo SSP produjo una mayor cantidad y calidad de pasto, incrementa la producción de leche y mejora la fertilidad del suelo, como lo indica el cuadro 5 (Maurício *et al.*, 2011).

**Cuadro 5**  
Fertilidad del suelo, calidad del pasto y producción de leche  
en los sistemas silvopastoril y monocultivo.

<i>Parámetros</i>	<i>Monocultivo</i>	<i>SSP</i>
	<i>Fertilidad del suelo</i>	
Potasio (ppm)	80	180
Saturación de bases (%)	25.4	43
	<i>Calidad del pasto</i>	
Proteína cruda (%)	6.2	8.5
kg of PC/ha/intervalo de corte	69	101
	<i>Producción de leche</i>	
Litros de leche/ vaca /día	7.4	8.2

Fuente: Elaboración propia.

El SSPi a base de *Leucaena*, en Colombia, ha sido estudiado por Murgueitio *et al.* (2009), quienes citan que los índices utilizados para alcanzar las metas de productividad con el proyecto SSPi frente a la situación inicial (línea base) presentan las cifras que se describen en el cuadro siguiente.

**Cuadro 6**  
Parámetros productivos del modelo con y sin proyecto SSPi.

<i>Parámetros generales</i>	<i>Línea base (inicio del proyecto)</i>	<i>Proyecto establecido SSPi</i>
Carga animal, UGG ha <sup>-1</sup>	0.8 a 1.0	3.7
Tasa de descarte en vacas, %	<10	18
Mortalidad en animales adultos, %	2,5	1
Mortalidad animales < 1 año, %	5	2
Tasa de retención de novillas, %	>60	50
% de natalidad	54	80

Fuente: Elaboración propia.

Además, la tasa interna de retorno en las fincas ganaderas establecidas con el SSPi, va desde el 12 hasta el 19.40%. Algunos indicadores productivos, ambientales y económicos de los sistemas ganaderos convencionales, basados en pasturas tropicales con relación a los sistemas silvopastoriles, se resumen en el cuadro 7.

**Cuadro 7**  
Indicadores productivos, ambientales y económicos de los sistemas convencionales y silvopastoril intensivo.

<i>Indicadores</i>	<i>Sistema convencional</i>	<i>Sistema silvopastoril intensivo</i>
<i>Productivos</i>		
Producción de leche (litros/día)	03-abr	06-sep
Ganancias de peso (g/día)	200-300	800-1000
Carga animal (UA/ha)	1	02-abr
Producción de forraje (t MS/ha/año)	06-oct	15-25
Producción de proteína (kg/ha)	360 a 600	2100-3500
Fijación de N (kg/ha)	0	200-500
<i>Ambientales</i>		
Captura de C (t/ha)	160	220
Temperatura (°C)	34-38	30-34
Reciclaje de nutrimentos (kg/ha N-P-K)	Menos 15, 6, 17	Más 22, 4, 2
Eficiencia del uso de agua (%)	30	80-90
Materia orgánica (kg/ha)	320	1005
<i>Económicos</i>		
Alimento (kg/animal/día)	5	2
Fertilizantes (kg/ha)	1000	0
Herbicidas (litros/ha)	10	2

Fuente: Solorio *et al.* (2009).

En lo concerniente a los costos del establecimiento del SSPi, en la plaza estudiada con números a mayo de 2012, ascendió a \$13,560 por ha; y un año antes, la SAGARPA,

COFUPRO, Fundación Produce Michoacán, A.C. y la Universidad Autónoma de Yucatán (2011), consideraron que para el trópico de México un menú tecnológico ascendía a \$12,800 por ha, como promedio a nivel nacional; por lo que se observa que las labores y los precios son parecidos a diferencia de un año.

La producción de leche que es el parámetro de mayor impacto en los ingresos en el rancho asciende a 10 l/animal/día, cantidad congruente con los estudios en Cuba, en donde Hernández *et al.* (2001), en su análisis realizado en potreros establecidos con *L. leucocephala*, asociada con pastos tropicales, se han alcanzado producciones de leche entre ocho y diez (kg/animal/día). Y en Colombia, en terrenos sin riego, Murgueitio *et al.* (2009) indicaron que la tasa se incrementa en la medida que se siembren y pongan en producción más hectáreas del SSPi, ya que de un 12% en predios de cinco ha pasaron hasta un 19.40% en predios con más de 15 ha.

## Conclusiones

El SSPi contribuyó a incrementar todos los parámetros técnicos positivos y a disminuir todos los indicadores negativos, aspecto que incidió directamente en la productividad total del predio; por lo que antes era un rancho no rentable y con el SSPi pasó a tener buenos indicadores de rentabilidad económica.

Se hace evidente, en la zona cálida y del trópico michoacano, que las empresas ganaderas de bovinos de doble propósito que establecen los SSPi, presentan mejores niveles de rentabilidad económica que aquellos predios que no poseen un sistema de explotación bajo el SSPi.

## Agradecimientos

A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el apoyo integral institucional, a través de la CIC para el desarrollo de este trabajo, dentro del Programa de Investigación 2012. A Martha Xóchitl Flores Estrada, presidenta de la Fundación Produce Michoacán, A. C., y productora del SSPi. A Baldomero Solorio Sánchez, Director del Proyecto Estratégico de Prioridad Nacional de Establecimiento de SSPi, y productor innovador, por haberme dado acceso a toda la información sobre el tema y haber resuelto las dudas. A Porfirio Álvarez Madrigal, productor innovador y socio de la Sociedad de Producción Rural de Responsabilidad Limitada “Los Huarinches”, quien siempre me ha proporcionado los datos necesarios y el acceso a la información sobre las operaciones pasadas y presentes del predio motivo de estudio.

## Literatura citada

- Álvarez, P. (2011). Experiencia empresarial con el SSPi en Tepalcatepec, con especialidad en la producción de leche y quesos regionales tipo añejo. En: *III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la Ganadería Sostenible del Siglo XX*. Celebrado del 3 al 5 de marzo de 2011. Publicado por la Fundación Produce Michoacán, A.C. en Morelia Michoacán. México. p. 140-146.
- Baca, G. (1997). *Evaluación de proyectos de inversión*. Editorial Mc Graw Hill, 3a. Edición Naucalpan de Juárez, Estado de México, México. 339 pp.

- Bacab, H. M.; Casanova, F. y Solorio, F. J. (2011). Producción y consumo de forraje en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala* y *Panicum maximum*: Estudio de caso en el valle de Tepalcatepec. En: *III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la Ganadería Sostenible del Siglo XX*. Celebrado del 3 al 5 de marzo de 2011. Publicado por la Fundación Produce Michoacán, A.C., en Morelia Michoacán. México. p. 178-184.
- BANRURAL. (2003). *PO1, o paquetes tecnológicos*. Archivo particular de José Manuel González Pérez. El Economista. (1 de marzo de 2012). Analistas pronostican más inflación en 2012. <http://eleconomista.com.mx/sistema-financiero/2012/03/01/analistas-pronostican-mas-inflacion-2012-banxico> (Consultado el 16 de octubre de 2012).
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura en el Banco de México (1985). *Instructivos técnicos de apoyo para la formulación de proyectos de financiamiento y asistencia técnica*. Serie Ganadería. Subdirección Técnica de Evaluación de Proyectos y Asistencia Técnica. División de Ganadería. México.
- FIRA. (2007). *Costos de producción. Sistema ganado bovino de doble propósito en Tabasco*. [http://www.fira.gob.mx/Nd/GANADO\\_BOVINO\\_DOBLE\\_PROPOSITO\\_Tabasco-Analisis\\_de\\_Costos.pdf](http://www.fira.gob.mx/Nd/GANADO_BOVINO_DOBLE_PROPOSITO_Tabasco-Analisis_de_Costos.pdf) (Consultado el 18 de febrero de 2011).
- Fundación Produce Michoacán, A. C. (2010). *Agenda técnica para el establecimiento y manejo del sistema silvopastoril intensivo*. Impreso en JLG Impresores Lozano, Calle Nardo 254-B, Col. Las Flores, Morelia, Michoacán. 31 pp.
- Ghemawat, P. (2010). Estrategias para una recuperación difícil. *Harvard Business Review*. 89 (10): 65-73.
- González, F.; Flores, B. y Flores, J. J. (2000). *La incertidumbre en la evaluación de las empresas*. Editorial Talleres de Morevellido Editores. Morelia, Michoacán, México. 184 pp.
- Hernández, I.; Simon, L. y Duquesne, P. (2001). Evaluación de las arbóreas *Albizia lebbbeck*, *Bauhinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* en asociación con pastos bajo condiciones de pastoreo. *Pastos y Forrajes*, 24: 241-264.
- INEGI. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Tepalcatepec, Michoacán de Ocampo. Clave geoestadística 16089. 2 pp.
- INEGI. (1990). *Anuario estadístico del estado de Michoacán*. Edición 1990. 6 pp.
- INEGI. (2012). Índice Nacional de Precios al Consumidor y sus componentes. <http://www.inegi.org.mx/sistemas/IndicePrecios/Cuadro.aspx?nc=CA55&T=ÍndiceI%20de%20Precios%20al%20Consumidor&ST=Índice%20Nacional%20de%20PrPreci%20al%20Consumidor%20y%20sus%20componentes%20.%20> (Consultado el 20 de octubre de 2012).
- Ley del Impuesto Sobre la Renta. (2002). *Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 1º de enero de 2002*. Texto vigente. Última reforma publicada DOF 25-05-2012. Artículo 109.
- Maurício, R.; Cangussu, M.; Cangussu, L.; Murgueitio, E.; Silveira, S.; Sousa, L. y Zapata, C. (2011). La ganadería silvopastoril en Brasil: Investigación en árboles forrajeros y sistemas silvopastoriles. En: *III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la Ganadería Sostenible del Siglo XX*. Celebrado del 3 al 5 de marzo de 2011. Publicado por la Fundación Produce Michoacán, A.C. en Morelia Michoacán. México. p. 105-111.
- Moss, R. (2011). La forma diferente de pensar de las grandes empresas. *Harvard Business Review*. 87 (3): p. 30-42.
- Murgueitio, E.; Cuartas, C. A.; Lalinde, F.; Molina, C. H. y Naranjo, J. F. (2009). Los Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi), una herramienta de desarrollo rural sustentable con adaptación al cambio climático en regiones tropicales de América. En: *II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles*. Celebrado del 3 al 5 de noviembre de 2009. Publicado por la Fundación Produce Michoacán, A. C. en Morelia Michoacán. México. p. 9-20.
- Pisano, G. y Verganti, R. (2008). Innovación: ¿qué modo de colaboración es el mejor para su empresa? *Harvard Business Review*. 86 (12): p. 64-72.
- SAGARPA; COFUPRO; Fundación Produce Michoacán, A. C. y Universidad Autónoma de Yucatán. (2011). *Informe final de la primera etapa del proyecto estratégico de prioridad nacional 2010-2011*. Impreso por Laser Comunicaciones Gráficas de Morelia, Michoacán. 96 pp.
- Sánchez, G. y Sánchez, A. (2005). *La ganadería bovina del estado de Michoacán*. Fundación Produce Michoacán, A. C. Morelia, Michoacán. 165 pp.

- Servicio de Administración Tributaria. (SAT 2012). Guía para cumplir con sus obligaciones fiscales. Sector primario (agricultura, silvicultura, ganadería y pesca). Personas morales. En qué régimen fiscal debe tributar o pagar sus impuestos si realiza actividades primarias (agricultura, silvicultura, ganadería o pesca). [ftp://ftp2.sat.gob.mx/asistencia\\_ftp/publicaciones/folletos07/sector\\_primario.pdf](ftp://ftp2.sat.gob.mx/asistencia_ftp/publicaciones/folletos07/sector_primario.pdf) (Consultado el 1 de octubre de 2012).
- Shelton, M. (1996). El género *Leucaena* y su potencial para los trópicos. En: *Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical*. Ed. Tyrone Clavero. Fundación Polar, Universidad de Zulia, Centro de Transferencia de tecnología en pastos y forrajes. Maracaibo, Venezuela, p. 17-28.
- Solorio, B. (2009). Estrategia regional del modelo de consenso silvopastoril intensivo para la ganadería sostenible del trópico michoacano. Bases de la red nacional y estatal de los núcleos SSPi. En: *II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles*. Celebrado del 3 al 5 de noviembre de 2009. Publicado por la Fundación Produce Michoacán, A. C. en Morelia Michoacán, México. p. 121-127.
- Solorio, F. J.; Bacab, H.; Casanova, F.; Castillo, J. B. y Ramírez, L. (2009). Potencial de los Sistemas Silvopastoriles en México. En: *II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles*. Celebrado del 3 al 5 de noviembre de 2009. Publicado por la Fundación Produce Michoacán, A. C. en Morelia Michoacán, México. p. 21-30.
- Solorio, F. J.; Bacab, H. y Ramírez, L. (2011). Los sistemas silvopastoriles intensivos: Avances de investigación en el Valle de Tepalcatepec, Michoacán. En: *III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la Ganadería Sostenible del Siglo XX*. Celebrado del 3 al 5 de marzo de 2011. Publicado por la Fundación Produce Michoacán, A. C. en Morelia Michoacán. México. p. 105-111.
- Solorio, F. J. y Solorio, B. (2008). *Manual de manejo agronómico de la Leucaena leucocephala*. Publicado por la Fundación Produce Michoacán, A. C. en Morelia Michoacán, México. 45 pp.
- Rosenberg, J. M. (1999). *Diccionario de administración y finanzas*. Grupo editorial Océano, Barcelona España. 131 pp.
- Williamson, P. y Zeng, M. (2009). Estrategias de valor-por-dinero, para una recesión. *Harvard Business Review*. 87 (3): 60-71.

Recibido: Mayo 15, 2012

Aceptado: Junio 05, 2013