

# Impacto económico de la introducción de tecnología en un sistema de producción agropecuario tradicional<sup>1</sup>

## Economic impact of the introduction of technology in a traditional livestock production system

R. Macedo<sup>2,3</sup>, M.A. Galina<sup>4</sup>, J. Zorrilla<sup>5</sup>, J.M. Palma<sup>4</sup> y J. Pérez-Guerrero<sup>6</sup>

### Resumen

Considerando que durante los últimos años el desarrollo de los sistemas de producción agropecuarios tradicionales se ha realizado bajo la premisa de que los problemas que limitan la productividad pueden ser resueltos mediante el ajuste de las condiciones locales a tecnologías creadas en otros ambientes, el objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto productivo y económico de la introducción y utilización de tecnología en un sistema de producción agropecuario tradicional con base en el rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) y el pasto estrella (*Cynodon plectostachyus* P.) en el estado de Colima, México. El estudio valoró la producción de carne, leche, grano y forraje así como la rentabilidad del sistema de producción. Los resultados mostraron que la inclusión de tecnología no tradicional propició un incremento en los costos de producción así como una disminución en el empleo de mano de obra en la fase de siembra del maíz. Asimismo, se observó un decremento en la cantidad de leche producida en tanto la producción de carne y grano mostraron un efecto positivo. Se concluye que bajo las condiciones prevalecientes en el estudio, la introducción y utilización de prácticas tecnológicas afectaron negativamente la rentabilidad del sistema de producción.

**Palabras clave:** sistema de producción agropecuario tradicional, adopción tecnológica, impacto económico, rentabilidad.

---

Recibido el 9-1-2001 ● Aceptado el 2-7-2001

1. Proyecto SIMORELOS 97-03010- 29 financiado por CONACYT.
2. CEEAF - APASCO. Km. 1.5 Carretera a Caleras. Tecomán, Colima, México. 28130.
3. PICP-Universidad de Colima. México.
4. CUIDA-Universidad de Colima. México.
5. CIPEJ-INIFAP. México.
6. FIRA - Banco de México. México.

## Abstract

Over the past years the development of traditional production systems was achieved taking into consideration the premise that the obstacles that limit productivity can be overcome through the adaptation of the local conditions to technological developments from other environments. The purpose of this research was to evaluate the economic impact of technological introduction and utilization in a traditional livestock production system based on corn stubble (*Zea mays* L.) and Star grass (*Cynodon plectostachyus* P.) in Colima State, Mexico. The study evaluated meat, milk, grain and forage production, as well as the profitability of the system. The results showed that technology inclusion had the direct effect of increasing production costs, and reducing the labour force during corn planting. A reduction of milk production was observed while the production of meat and grain was positively affected. The conclusion was that under the conditions which applied in this study, the introduction and utilization of technological practices had a negative effect on the profitability of the production system.

**Key words:** Traditional livestock production system, technological adoption, economic impact, profitability.

## Introducción

Es ampliamente aceptado que en los últimos veinte años los países en vías de desarrollo han experimentado grandes dificultades para satisfacer la demanda de alimentos de una población en constante crecimiento. Tan solo en 1995, México consumió el 33% del volumen de leche en polvo que se comercializó en el mercado internacional y actualmente ocupa el primer lugar mundial como importador de dicho producto (7).

Asimismo, no obstante que se reconoce la necesidad de incrementar la productividad de los sistemas de producción bovina en el trópico, hay poca concordancia sobre las acciones necesarias para lograrlo. El potencial de los diferentes sistemas de producción bovina para lograr esta intensificación y los objetivos socioeconómicos relacionados, ha sido

objeto de un amplio debate entre productores, consumidores, diseñadores de políticas y académicos. Frecuentemente este debate ha incluido la comparación de sistemas especializados, intensivos, basados en tecnologías desarrolladas en países ricos, generalmente en regiones templadas, con tecnologías de sistemas de producción de doble propósito de países pobres de regiones tropicales (29). De dicha discusión se han desprendido dos estrategias claramente definidas: la primera busca la intensificación de los sistemas de producción tropicales, a través de la adopción generalizada de tecnología proveniente de sistemas de producción "especializados". Una segunda postura propone la optimización del sistema de producción bovino de doble propósito que actualmente predomina en el

trópico americano (33).

La utilización de la investigación agropecuaria como herramienta generadora del cambio tecnológico, aspecto considerado fundamental para lograr el incremento en la producción, ha seguido en México y el resto de América Latina en los últimos años, una orientación predominantemente disciplinaria, circunscrita a las estaciones experimentales y fundamentada en la premisa de que los problemas que limitan la producción y la productividad, pueden ser resueltos por la tecnología generada a partir de una experimentación de tipo adaptativa, es decir, mediante el ajuste de las condiciones locales a tecnologías creadas en otros ambientes (27).

Esta inadecuada orientación técnica de los programas de desarrollo agropecuarios emprendidos, explica entre sus causas la escasa adopción de las tecnologías producto de la investigación científica, los cuales generaron información tecnológica muy valiosa pero de poca integración a los sistemas de producción, por lo que en muchos casos resultan poco adecuados para apoyar el desarrollo de los sistemas agropecuarios (25). Los "paquetes" tecnológicos generados a partir de este tipo de investigación, se caracterizan por consumir una gran variedad de energía externa, disminuir la mano de obra, promover la mecanización, utilizar una gran cantidad de insumos y establecer monocultivos (6).

Por otra parte, los sistemas de producción agropecuarios tradicionales fueron considerados como atrasados o ineficientes, lo cual explica que se les

concediera poca atención y fueran sustituidos por sistemas "modernos" de producción y solo recientemente, estudios rigurosos realizados bajo una visión alternativa, reconocieron sus ventajas e importancia, lo cual ha generado un interés creciente por estudiar sus características así como sus niveles tecnológicos y productivos, para desarrollar tecnologías e implementar políticas económicas que mejoren su eficiencia (9).

Estos sistemas de producción son portadores de una profunda racionalidad ecológica: se maneja la producción como un complejo agrosilvopastoril, se practica el cultivo poliespecífico, se controlan plagas y malezas sin insecticidas, se fertiliza con abonos orgánicos, se practica la rotación de cultivos, se utilizan recursos locales, son energéticamente eficientes, estables y tienden hacia la sustentabilidad a largo plazo (6). Asimismo, se fundamentan en el enorme acervo de conocimientos sobre diversos ámbitos de la vida y de la naturaleza acumulados a lo largo de generaciones siendo su objetivo lograr una alta eficiencia productiva, con una sostenibilidad ecológica de los insumos requeridos para la generación de alimentos, a diferencia de los sistemas de producción convencionales, los cuales buscan la máxima producción con base en una alta disponibilidad de insumos (1).

Este enfoque no trata de regresar a los sistemas tradicionales, ni niega en absoluto muchos de los logros de la ciencia moderna ni de los sistemas convencionales, todo lo contrario, requiere de profundos conocimientos

biológicos, ecológicos, agronómicos y sociales que combinados con elementos del conocimiento tradicional, permitan el desarrollo de modelos de producción más eficientes y sustentables. Se estima que para lograr la meta de una transición de los sistemas productivos tradicionales a los sistemas de producción requeridos hoy en día es necesario entender, que el proceso de producción agropecuario tiene como centro causal las condiciones socioeconómicas, por lo que los cambios tecnológicos no acompañados de cambios socioeconómicos solo conducen a frustraciones y a resultados contraproducentes (13).

Finalmente, la investigación agropecuaria ha enfatizado el estudio del impacto biológico sobre el efecto económico, de las tecnologías disponibles sobre los sistemas de producción, a la vez que su impacto social y ambiental son los menos conocidos. Dicho fenómeno induce a la necesidad de recolectar e integrar la

información disponible así como de generar la información faltante con el objetivo de contar con una base de datos y un conjunto de herramientas cuantitativas que faciliten la formulación de políticas acertadas para el desarrollo de los sistemas de producción agropecuarios y permita promover tecnologías evaluadas integralmente de acuerdo a criterios biológicos, económicos, ambientales y sociales de cada región (31).

Bajo este contexto, es objetivo del presente trabajo evaluar el impacto económico generado por la adopción de tecnología, sobre un sistema tradicional de producción agropecuario basado en rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) y pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus* P.) durante la época seca, en la zona norte del estado de Colima. La hipótesis del estudio establece que la adopción y uso de tecnología agropecuaria incrementará la rentabilidad de dicho sistema de producción.

## Materiales y métodos

### Marco teórico y conceptual.

En la zona norte del estado de Colima, la siembra anual de maíz sobre praderas establecidas de pasto estrella africana ha constituido la base alimenticia de los sistemas de producción bovinos a partir de los años setenta, época en la cual el pasto estrella fue introducido a la región y sustituyó a la mayor parte de los pastos nativos constituyéndose hasta el día hoy, en la especie pratense dominante. Esta asociación de cultivos, ha permitido al productor, aprovechar

bajo pastoreo la pradera y el rastrojo de maíz durante parte de la temporada de estiaje, así como contar con un grano para la venta, la nutrición animal o el autoconsumo al finalizar la estación de lluvias (19).

### Manejo tradicional.

Bajo este sistema de manejo, la siembra del maíz se efectuó con lanza sin realizar ningún tipo de movimiento de suelo, utilizándose variedades criollas producidas en la zona. Previo a la siembra, con la utilización de un aspersor manual, se aplicó un

herbicida con el fin de controlar el crecimiento de la pradera y permitir el desarrollo inicial del maíz. La fertilización se realizó en dos etapas, al momento de la siembra y al inicio la floración femenina, aplicándose exclusivamente fertilizantes nitrogenados. La cosecha se realizó en forma manual.

El componente pecuario se caracterizó por la presencia mayoritaria del sistema de producción de doble propósito, con una predominancia de ganado cruzado (*Bos taurus* x *Bos indicus*) en diferentes grados de encaste. Se practicó la ordeña manual con apoyo del becerro, en tanto que el pastoreo de tipo extensivo y continuo representó el principal sistema de aprovechamiento de los forrajes. La compra de punta de caña como fuente complementaria de forraje y la suplementación utilizando mezclas de alimentos energéticos altamente disponibles en la región como son el olote, la mazorca o el rastrojo de maíz enmelazados con escasa utilización de suplementos proteicos fueron asimismo, prácticas características de este sistema de manejo.

#### **Manejo no tradicional.**

Se caracterizó por la incorporación y adopción de nuevas prácticas e instrumentos tecnológicos al sistema de producción. Las variedades criollas de maíz fueron sustituidas por germoplasma mejorado. Las praderas fueron rastreadas y surcadas para preparar la cama de siembra, en tanto que el herbicida se aplicó con un aspersor mecánico integrado al tractor. En el aspecto pecuario, el ganado doble propósito fue sustituido con ganado

lechero especializado principalmente de las razas Holstein y Pardo Suizo (*Bos taurus*) y se incluyó el uso de suplementos proteicos en la alimentación animal.

#### **Método de investigación.**

Durante 112 días de la estación seca de 1998 comprendidos entre el 20 de febrero y el 11 de junio, se realizó un estudio de caso en el rancho "Los Laureles", caracterizado por establecer y manejar tres hectáreas del sistema de producción bajo estudio en forma tradicional. El proceso de selección de este rancho se realizó mediante un análisis de conglomerados y consideró por una parte el grado de representatividad en el manejo del sistema de producción y por otro lado, el alto grado de similitud (95%) en cuanto a sus características generales (superficie total, superficie de la pradera, superficie sembrada de maíz, número de cabezas de ganado, edad de la pradera y cantidad de fertilizante y herbicidas aplicados) con los ranchos integrantes del ejido (17).

Posteriormente, durante 120 días de la siguiente estación seca, comprendidos entre el 16 de febrero al 15 de junio de 1999, se analizó el sistema de producción bajo un esquema de manejo no tradicional. Para este fin se eligió al rancho "La Piedra Lisa", el cual presentó el mismo nivel de similitud en sus características generales que el rancho anterior e incluyó en su manejo las prácticas e instrumentos tecnológicos representativos de este manejo.

El análisis de los costos de producción del sistema, partió del conocimiento del tipo, cantidad y precio de los insumos utilizados por los

productores. La información se obtuvo directamente en las unidades de producción, verificándose en el caso de los precios en las empresas comercializadoras de insumos. Con respecto al costo de las labores (rastreo, surcado, aplicación de agroquímicos, molido de rastrojo) la información se obtuvo directamente con los prestadores de los servicios.

El valor de la producción se obtuvo multiplicando la producción obtenida por su precio de venta. La producción de leche se midió mensualmente en forma individual, mientras que la de carne consideró el incremento de peso de las crías. Este se determinó en forma mensual por medio de barimetría, midiéndose el perímetro torácico de los becerros y posteriormente los valores obtenidos fueron convertidos a peso vivo con las tablas desarrolladas por (24). La producción de maíz se cuantificó en forma total al finalizar la cosecha.

Los precios de venta de la leche y la carne considerados en el estudio fueron los que se determinan en la zona de acuerdo a la ley de la oferta y la demanda, en tanto que en el caso del maíz, el precio de venta recibido por el productor fue el determinado por el

sector oficial (28).

Finalmente la rentabilidad del sistema se estimó por medio de la relación beneficio costo, la cual se obtuvo dividiendo el valor total de la producción entre el costo total de producción.

### **Sitio experimental**

El estado de Colima se localiza en la parte media de la vertiente del Pacífico, entre los paralelos 18°41' y 19°39' latitud norte y los meridianos 103°30' y 104°41' de longitud oeste, entre la derivación de la Sierra Madre Occidental y la estribación de la Sierra Madre del Sur.

Los ranchos se localizan en el ejido Cofradía de Suchitlán, el cual se encuentra ubicado en el municipio de Comala, en la zona norte del estado de Colima, entre las coordenadas 19°23'45" y 19°24'35" de latitud norte y 103°40'40" y 103°42'50" de longitud oeste. Se localiza en una zona de transición entre los climas cálido subhúmedo con lluvias en verano Aw1(w) y semicálido subhúmedo con lluvias en verano A(C)w1(w), en un rango de altitud de 1200 a 1750 msnm, con una temperatura media anual de 22 °C y un promedio de 1200 mm de precipitación anual (8).

## **Resultados y discusión**

La introducción de nuevos materiales y prácticas tecnológicas al sistema tradicional de producción maíz – pasto estrella trajo en consecuencia, un incremento en los costos de producción del orden del 67%, siendo el precio de la semilla y el costo de la preparación del suelo para la siembra

(rastreo y surcado), los elementos de mayor influencia sobre dicho fenómeno. El análisis comparativo de los costos de producción de la siembra de maíz sobre las praderas de pasto estrella africana, mostró una distribución similar para ambos sistemas de manejo. En el caso del

sistema tradicional, los costos de producción destinados para la adquisición de insumos representaron el 52% de los costos totales, mientras que bajo un manejo no tradicional estos representaron el 51%. La proporción de recursos destinados al pago de las labores fue de un 48% y un 49% de los costos respectivamente. Por otro lado, la mecanización parcial de la preparación del terreno y la aplicación de herbicida, propició una disminución de 15 jornales en el sistema no tradicional de resiembra (cuadro 1).

La compra de punta de caña representó el principal gasto por concepto de insumos en el componente pecuario de ambos sistemas de manejo, mientras que la introducción de 800 gr/vaca/día de concentrado comercial duplicó los costos de suplementación durante la época seca del sistema tradicional basado en 1250 gr/vaca/día de olote enmelazado. Los gastos relacionados con la mano de obra destinada al manejo del ganado, representaron un 68% de los costos de producción del sistema manejado en forma tradicional por un 83% del sistema alternativo (cuadro 2).

Estos resultados coinciden con observaciones previas, las cuales mencionan que generalmente, el manejo de los sistemas productivos tradicionales bajo un esquema caracterizado por promover la mecanización e incrementar la compra de insumos presenta resultados productivos y económicos poco favorables (6, 30). Algunos autores han demostrado, que cuando un número de insumos (tales como tierra, mano de obra, alimentos comprados) es usado en la producción, una mayor

productividad por unidad de insumo (como tierra), no necesariamente implica mayor rentabilidad. En este sentido se ha demostrado que en los trópicos bajos mexicanos, los sistemas bovinos especializados tienen mayor productividad (leche por unidad de área) aunque no siempre son más rentables con respecto a los sistemas de doble propósito (21). Otra investigación indicó que la inclusión del uso de alimentación suplementaria y el incremento en la carga animal implementados en hatos productores de leche en Nueva Zelandia, logró un incremento tanto la producción por hectárea de sólidos de leche como el ingreso por venta de leche, acompañado sin embargo, de un incremento importante en los costos de producción que propició una reducción en el ingreso neto y la rentabilidad del sistema (16). Por otra parte, se ha señalado que si bien el proceso de intensificación de los modelos de producción de leche no genera aumentos en la rentabilidad proporcionales a los aumentos en la inversión requerida, este proceso permite aumentar los ingresos netos absolutos del productor e incrementa la productividad por unidad de superficie, lo cual redundará en importantes beneficios para la sociedad (14).

La disminución en el número de jornales ocasionada por la mecanización parcial de la siembra del maíz y la aplicación de agroquímicos sin una respuesta económica favorable, resulta de especial interés, dado que la necesidad de incrementar las oportunidades de empleo en las áreas rurales continúa siendo un objetivo

**Cuadro 1. Costos de producción de tres hectáreas de maíz resembradas con pasto estrella africana bajo un manejo tradicional y no tradicional.**

Concepto	Tradicional	No Tradicional
Insumos		
Semilla	19,20	88,41
Fertilizante	181,50	277,50
Herbicida	49,77	41,07
Subtotal	250,47	406,98
Labores		
Rastreo		78,96
Surcado		78,96
Siembra	75,78	63,12
Aplicación herbicida	25,26	28,41
Aplicación fertilizante	37,89	47,34
Cosecha	88,41	94,68
Subtotal	227,34	391,47
Total	477,81	798,45

\*Dólares estadounidenses. Tipo de cambio 9,50 pesos mexicanos por dólar.

**Cuadro 2. Costos de producción del sistema de alimentación durante la época seca bajo un manejo tradicional y no tradicional.**

Concepto	Tradicional	No Tradicional
Insumos		
Punta de caña	110,52	110,52
Olote enmelazado	56,00	19,20
Concentrado comercial		110,80
Maquila molido rastrojo	42,00	
Subtotal	208,52	230,52
Labores		
Corte y moneo rastrojo	37,92	
Corte, moneo y molido rastrojo		126,24
Manejo ganado	530,88	631,20
Subtotal	568,80	757,44
Total	777,32	987,96

\*Dólares estadounidenses. Tipo de cambio 9,50 pesos mexicanos por dólar.



primordial en el desarrollo agropecuario de los países pobres. Estudios realizados en la zona occidente de México, indicaron que el sistema de producción familiar generó un número significativamente mayor de empleo al utilizar 38,35 jornales/vaca/año, en comparación con los sistemas semitecnificado y tecnificado, en los cuales el número de jornales/vaca/año ocupado fue de 27,86 y 17,58 respectivamente (7).

El cambio de manejo en el sistema propició una disminución en la producción de leche de 13,37 a 11,00 L/día, así como un incremento del 75 y el 15% en la producción de carne y grano respectivamente. Bajo ambos sistemas de manejo, el grano representó más de la mitad del valor total de la producción (cuadro 3).

En este sentido, la presencia de razas especializadas en los sistemas

tropicales de producción, caracterizados por la mala calidad de los forrajes disponibles, la baja utilización de alimentos concentrados, la alta incidencia de enfermedades y parásitos, el elevado estrés climático y el poco desarrollo de prácticas zootécnicas, ha sido previamente cuestionada (18). La rentabilidad vaca/año y vaca/vida del ganado Holstein puro es inferior a la de los animales cruzados de media sangre europea, mantenidos en el trópico bajo en sistemas de doble propósito (15). Asimismo, la producción lechera de los ranchos que utilizan ganado puro resultó cuantitativamente similar y con un costo 80 a 100% más elevado que aquellos que utilizaron ganado cruzado, debido a un mayor uso de insumos (alimentos concentrados, medicamentos). Otros autores han mencionado la importancia que

**Cuadro 3. Rendimiento y valor de la producción durante la época seca bajo ambos sistemas de manejo.**

Concepto	Producción	Precio unitario (\$)*	Valor de la producción (\$)*
<b>Manejo tradicional</b>			
Maíz	6,00 t.	132,86 t. <sup>1</sup>	797,16
Leche	1498,00 L.	0,26 L. <sup>2</sup>	389,48
Carne	83,90 kg.	1,16 kg. <sup>2</sup>	97,32
Total			1283,96
<b>Manejo no tradicional</b>			
Maíz	6,90 t.	141,53 t. <sup>1</sup>	976,56
Leche	1320,00 L.	0,32 L. <sup>2</sup>	422,40
Carne	146,70 kg.	1,18 kg. <sup>2</sup>	173,11
Total			1572,07

\*Dólares estadounidenses. Tipo de cambio 9,50 pesos mexicanos por dólar.

Fuente: <sup>1</sup>Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, 1999, <sup>2</sup>Productor.

representa mantener los cruzamientos entre las razas de origen Europeo con razas Cebuinas o criollas para la producción lechera en sistemas distintos a la estabulación permanente en zonas tropicales (2, 32).

Las necesidades de concentrado y las respuestas en producción de leche a su uso son muy variables y dependientes de factores muy diversos. El principal factor es el diferencial entre el nivel de producción que puede sostener el forraje y el nivel productivo del animal (4). En el caso del sistema no tradicional, la nula respuesta productiva a la introducción del concentrado comercial, se puede explicar por el incremento en el potencial productivo del ganado producto de la introducción de razas lecheras, el inadecuado nivel de suplementación ofrecido por el productor así como a la pobre calidad nutricional características del rastrojo de maíz y del pasto estrella en condiciones de secano.

En el caso del sistema tradicional, considerando el potencial productivo del ganado existente y las características cualitativas de los forrajes constituyentes de la dieta base del sistema de producción, resulta factible elevar la producción con la introducción de una fuente de nitrógeno amoniacal que cubra las exigencias nutricionales y propicie el crecimiento y mantenimiento de altas poblaciones de microorganismos celulolíticos en el rúmen, con el fin de incrementar la tasa de degradación y el aprovechamiento de los forrajes fibrosos. Dicha fuente puede ser cualquier forma de nitrógeno no proteico, desde el fertilizante

nitrogenado hasta el excremento de aves o bien la alternativa que ofrecen las leguminosas herbáceas o arbóreas tropicales. Asimismo, es posible reforzar la nutrición de los animales durante aquellas etapas de mayor demanda nutricional como son el último tercio de la gestación y la lactación temprana, con cantidades extras de glucosa y/o proteína a nivel intestinal. En los últimos años se ha enfatizado en el uso de productos y subproductos agroindustriales locales como la copra, el pulido de arroz, la melaza, la pulpa de cítricos y la fruta de desecho entre otros, como fuente proveedora de dichos nutrientes, con el fin de aprovechar en forma más racional los recursos disponibles en el trópico (23, 33).

La introducción de concentrado comercial mejoró de manera indirecta la producción de carne, al realizar los becerros lactantes, el consumo parcial del suplemento destinado a las vacas en producción al momento de la ordeña. En el sistema tradicional este aspecto se vio afectado por la falta de un suplemento que aportara una fuente de proteína de sobrepaso y cubriera el alto requerimiento en aminoácidos para la síntesis de tejido que se presenta durante la etapa de crecimiento. Investigaciones recientes realizadas en el estado han demostrado que la utilización de alimentos complejos catalíticos como estrategia de suplementación a dietas basadas en forrajes tropicales como zacate estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), zacate insurgente (*Brachiaria brizantha*), zacate llanero (*Andropogon gayanus*), rastrojo de maíz (*Zea mayz*), caña de azúcar (*Sac-*

*charum officinarum*) y King Grass (*Pennisetum purpureum* x *P. Thyroides*), sometidos a diversos manejos y en condiciones de secano, permite el establecimiento de sistemas económicamente viables de producción de carne (22).

La participación de los distintos productos en el ingreso total del sistema estudiado, fue similar a la encontrada en los sistemas mixtos de producción en Argentina en los cuales, la actividad agrícola generó un mayor rendimiento económico en comparación con el componente pecuario, subsistema en el que a su vez, la producción de leche representó la principal fuente de ingresos (10, 11). Asimismo, se concluyó que los sistemas mixtos (agrícola-ganaderos) de producción, presentan una mayor rentabilidad con respecto a los sistemas ganaderos.

El discreto incremento en la producción de maíz obtenido con la compra e introducción de semilla híbrida comercial, ha sido explicado anteriormente (3), indicándose que la sustitución del proceso de selección natural, por el de selección y experimentación científica llevado a cabo por el hombre en los últimos años, ha promovido el desarrollo de nuevas variedades vegetales en estaciones experimentales ubicadas en puntos cuyos parámetros agroclimáticos no son típicos de los cultivos en los cuales trabajan. Como resultado las nuevas variedades no se seleccionan en función de su adaptabilidad al tipo de suelo, plagas o enfermedades de una zona específica. A lo anterior se adiciona el hecho de que la actividad agropecuaria en los últimos años se ha realizado

siguiendo predominantemente el modelo tecnológico heredero de la "revolución verde" el cual, mediante un conjunto de transformaciones agroproductivas derivadas de la introducción y adopción de un "paquete" integrado por técnicas como son el uso abundante de fertilizantes, agua para riego y plaguicidas entre otros, busca maximizar a corto plazo los rendimientos efectivos de los sistemas tradicionales de producción (30). Este modelo es presa segura de la "Ley de Rendimientos Decrecientes" y su agotamiento se expresa por la caída de la producción y la productividad agrícola y en la necesidad de aplicar cada vez mayor cantidad de insumos para mantener los mismos rendimientos (26).

El incremento en los costos totales de producción, combinados con la disminución en la producción de leche y el incremento en la producción de grano y carne, originados por la introducción de nueva tecnología causaron la pérdida de la rentabilidad del sistema de producción no tradicional, en tanto el sistema tradicional se mantuvo en equilibrio económico (cuadro 4). Al respecto, pese a que menores costos de producción por unidad son a menudo asociados con una mayor rentabilidad y competitividad de la industria bovina, un aumento en la producción por unidad de insumo no necesariamente implica una reducción en los costos de producción por unidad de producto (20), tal y como sucedió en los sistemas de producción especializados de Costa Rica, en donde se demostró que un incrementó en la leche producida por unidad de tierra incrementaría los

#### **Cuadro 4. Relación beneficio/costo del sistema de producción durante la época seca bajo ambos sistemas de manejo.**

Sistema	Valor total de la producción (\$)*	Costo total de producción (\$)*	Relación beneficio/costo
Manejo tradicional	1283,96	1255,13	1,02
Manejo no tradicional	1572,07	1786,41	0,88

\*Dólares estadounidenses. Tipo de cambio 9,50 pesos mexicanos por dólar.

costos totales de producción en un rango de 52 a 212% (12).

Finalmente, es importante considerar que la utilización de la relación beneficio/costo como un indicador de beneficios económicos ignora algunas mejoras colaterales obtenidas por el productor (5), caso

particular del sistema de producción no tradicional, él cual si bien presentó una rentabilidad negativa, permitió al productor contar con una fuente de autoempleo permanente durante el año así como ser autosuficiente en la producción de alimentos básicos como maíz y leche.

### **Conclusiones y recomendaciones**

Bajo las condiciones prevalentes en el estudio la introducción y utilización de prácticas tecnológicas como fue germoplasma mejorado de maíz, la mecanización en la preparación del suelo y en la aplicación de agroquímicos, así como la introducción de razas de ganado especializado, afectaron negativamente la rentabilidad del sistema de producción.

La optimización de los sistemas agropecuarios tradicionales deberá

contemplar su transformación gradual con base en la generación, la adopción y el desarrollo de tecnologías que impliquen un bajo costo de inversión inicial, un mínimo riesgo en el nivel de ingreso y un alto rendimiento de mano de obra procurando asimismo, que sean sencillas y acordes con el entorno biológico y ambiental de la zona y consideren como objetivo final mejorar las condiciones socioeconómicas del productor.

### **Literatura citada**

1. Aguilar-Robledo, M. 1992. Alternativas para la agricultura en el campo mexicano: ¿Tradición *versus* modernidad? Tec. Cienc. Agrop. 1(2):105-113.
2. Aranguren-Méndez, J. 1995. El mestizo lechero 5/8 taurino en la región zuliana, un genotipo promisorio para el trópico. p. 76-89. En: Ninoska Madrid-Bury y Eleazar Soto Belloso (Eds.). Manejo de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito. Universidad del Zulia. Maracaibo Venezuela.

3. Biggs, S. 1980. Investigación informal. *Ceres*. 13(4):23-26.
4. Combellas, J. 1998. Nivel de producción de leche y necesidades de concentrados en sistemas sustentados en pastos tropicales. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 6(1) Supl. 1:45-54.
5. Cook, R.H. 1985. Criteria for evaluation. p. 297 In: *Research Methodology for Livestock On-farm Trials. Proceedings of a Workshop*. Th. L. Nordblom, A. El Kairm Hamid Ahmed, G.R. Potts (Eds.). ICARDA-IDRC. Aleppo, Syria.
6. Elzakker, B. 1995. Principios y prácticas de la agricultura orgánica en el trópico. Primera Edición. Fundación Güilombe (ed.). San José, Costa Rica. 128 p.
7. FIRA. 1997. Oportunidades de desarrollo de la lechería en México. FIRA – Banco de México. Boletín Informativo No. 294. Morelia, México. 36 p.
8. García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Segunda edición. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 246 p.
9. García - Trujillo, R. 1993. Una nueva visión sobre la agricultura en el trópico. Curso de Agrotécnia, Ecología y Pastoreo de Rumiantes en los Trópicos. UNAM-FES Cuautitlán. México, D.F. p. 52-62.
10. Gargano, A.O., M.A. Adúriz y M.C. Saldungaray. 1998. Sistemas lecheros de Bahía Blanca y Coronel Rosales, Argentina 3. Márgenes Brutos. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 6(1):103-113.
11. Gargano, A.O., M.C. Saldungaray y A. Adúriz. 1993. Agrosistemas de Tornquist, Argentina 3. Evaluación técnico-económica. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 1(1):59-69.
12. Griffith, K. y L. Zepeda. 1994. Farm-level trade-offs of intensifying tropical milk production. *Ecological Economics*. 9:121.
13. Hernández X., E. 1985. Agricultura tradicional y desarrollo. p. 419-422. En: *Xolocotzia*. Tomo I. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México.
14. Holmann, F. 1998. Evaluación económica de sistemas de producción de leche en el trópico. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 6(1) Supl. 1:19-31.
15. Holmann, F., R.W. Blake., M.V. Hahn., R. Barker., R.A. Milligan., P.A. Oltenuacu., y T.L. Stanton. 1990. Comparative profitability of purebred and crossbred Holstein herds. *J. Dairy Sci.* 73:2190-2205.
16. Macdonald, K.A. 1999. Determining how to make inputs increase your economic farm surplus. *Proceedings of the Ruakura Farmers' Conference*. 51:78-87.
17. Macedo, R., Galina, M.A. y Palma, J.M. 1999. Análisis del sistema de alimentación pecuario rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) – pasto estrella (*Cynodon plectostachyus* P.) en la zona norte del estado de Colima. Memoria XII Reunión de Avances de Investigación Agropecuaria y Marina. Agrosystems Editing. Colima, México. p.87-100.
18. Madalena, F. E. 1993. La utilización sostenible de hembras F1 en la producción del ganado lechero tropical. *Estudios FAO: Producción y Sanidad Animal*. Cuaderno No. 111. Roma, Italia. 98 p.
19. Muench, P., J. Romero., C. Ramírez., C. Hernández., I. Covarrubias., V. Sánchez., L. García., y V. Santoyo. 1992. La producción agrícola en el Estado de Colima. Universidad Autónoma de Chapingo. Editorial Futura, S. A. México. 285 p.
20. Nicholson, C.F. 1998. Intensificación de sistemas de producción bovina en los trópicos americanos: su impacto social y ambiental. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 6(1) Supl. 1:1-18.
21. Nicholson, C.F., R.W. Blake., y D.R. Lee. 1995. Livestock, deforestation and policymaking: intensification of cattle production systems in Central America revisited. *J. Dairy Sci.* 78:719-734.

22. Ortiz, M.A. 2000. Efecto de un alimento complejo catalítico en asociaciones de forrajes y fuentes alternas de proteína en bovinos de engorda. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima. México. 95 p.
23. Preston, T. R. y R.R. Leng. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Consultorias para el Desarrollo Rural Integrado en el Trópico (CONDRIT). Cali, Colombia. 312 p.
24. Rodríguez, M. 1987. Determinación de fórmulas barimétricas en becerros de cuatro municipios del Estado de Colima. Tesis Profesional. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia – Universidad de Colima. México. 36 p.
25. Román P., H. 1991. Sistemas de producción bovina de doble propósito en el trópico mexicano: experiencias del INIFAP. Memoria del Seminario Internacional sobre Lechería Tropical. Volumen 3. FIRA - Banco de México. Villahermosa, Tabasco. p. 118-131.
26. Rubio, B. 1991. Desarrollo del capital en la agricultura mexicana y biotecnología: ¿Hacia un nuevo patrón de acumulación? Sociológica 6(6):39-59.
27. Ruiz, M.E. 1989. El enfoque de sistemas en la investigación pecuaria y su metodología en América Latina. Memorias de la Primera Reunión de Trabajo “Las Ciencias Sociales Aplicadas al Enfoque de Sistemas de Producción: Aplicación a una Metodología”. RISPAL. Lima, Perú. p. 9-35.
28. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1999. Base de datos anuario estadístico agrícola. Centro de Estadística Agropecuaria. Colima, México.
29. Simpson, J.R., y J.H. Conrad. 1993. Intensification of cattle production systems in Central America: why and when. *J. Dairy Sci.* 76:1744-1756.
30. Tudela, F. 1990. Desarrollo y medio ambiente en América Latina y el Caribe. Una visión evolutiva. MOPU-AECI-PNUMA. Madrid, España. 231 p.
31. Vaccaro, L. 1998. El desarrollo de la producción de leche en América Latina tropical. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 6(1) Supl. 1:104 p. (Introducción).
32. Vaccaro, L., R. Vaccaro., y O. Verde. 1992. Estudios del comportamiento productivo de distintos grupos raciales en sistemas de doble propósito, fuera de la región zuliana. p. 67-87. En: Carlos González-Stagnaro (Ed.). *Ganadería Mestiza de Doble Propósito*. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.
33. Zorrilla R., J. 1989. Racionalidad del sistema de producción bovino de doble propósito en el trópico. “Optimización y no maximización , objetivo pecuario en el trópico”. Parte I. *Ganadero*. XIV (1) :35-45.