

Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México¹

J. G. Magaña Monforte², G. Ríos Arjona y J. C. Martínez González³

Universidad Autónoma de Yucatán, Yucatán, México.

Dual purpose cattle production systems and the challenges of the tropics of Mexico

ABSTRACT. Short and medium term constraints on beef and milk production in Mexico are analyzed, as are some biological and economic characteristics and advantages of dual purpose cattle production systems (DPS) in the Mexican tropics. Available resources, such as soil, water, forages, cheap by-product feeds, and the existing animal population, could be managed to increase milk production from DPS and double their proportional contribution to the national milk supply. Milk production from DPS is cheaper than that from other intensive systems in use in Mexico. However, DPS face several challenges, such as lack of information about costs and bioeconomical benefits from different proposed technologies. Some relevant examples are discussed in relation to certain public policies either suggested or applied, such as changes in land use to accommodate an increased animal population needed to satisfy the demand for animal products in urban areas. Greater production could also be achieved by improving nutritional and reproductive management of the herds. Another matter discussed is the lack of harmony between animal genetic and feed resources and the biological and economic consequences thereof. Finally, to avoid negative environmental effects and take optimal advantage of DPS potential, the integration of a technological package, based on utilization of regional resources and nutrient recycling plus improved efficiency of nutrient utilization through the use of crossbred animals, is suggested.

Key words: Dual purpose, Mexican tropics, natural resources, challenges.

© 2006 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2006. Vol. 14 (3): 105-114

RESUMEN. Se analizan algunas limitaciones a corto y mediano plazo de los sistemas de producción de carne y leche de bovino en México, así como las características y bondades biológicas y económicas del sistema de doble propósito (SDP) del trópico mexicano. La disponibilidad de recursos como suelo, agua, forrajes, subproductos de bajo costo y la población animal existente pueden incrementar la producción y duplicar su participación en la producción de leche nacional; además el costo de producción es menor en comparación a los sistemas intensivos de producción de leche de otras zonas de México. Sin embargo, para ello el SDP se enfrenta a diversos desafíos como son la falta de información sobre los costos y beneficios bioeconómicos de las alternativas tecnológicas propuestas. Se discuten algunos ejemplos sobresalientes de la región, relacionados con las sugerencias y aplicación de algunas políticas como los cambios en el uso del suelo a consecuencia del incremento de la población animal para satisfacer la demanda de productos animales de las zonas urbanas. El mejoramiento de los niveles de producción puede lograrse por medio de la mejora en el manejo nutricional y reproductivo de la vaca. También, se discuten los hechos de la falta de armonía entre los recursos genéticos animales y los alimenticios en los SDP y sus repercusiones biológicas y económicas. Finalmente, para evitar impactos ambientales negativos y aprovechar el potencial de los SDP en el trópico mexicano se sugiere la integración de portafolios basados en el uso de los recursos regionales, así como el reciclaje de nutrientes y en el mejoramiento del uso eficiente de los nutrientes por las poblaciones de animales cruzados.

Palabras clave: Doble propósito, trópico mexicano, recursos naturales, desafíos.

Introducción

Se ha pronosticado a nivel mundial que durante los primeros 25 años de este siglo habrá una alta demanda de productos de origen animal y servicios como resulta-

do del aumento de la población demográfica, la urbanización y la globalización económica (Blake y Nicholson, 2002; Tewolde *et al.*, 2002). Esta situación no es ajena a

Recibido Marzo 8, 2006. Aceptado Junio 16, 2006.

¹Trabajo presentado en la XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA. Tampico, México, 26-28 de Octubre 2005.

²Autor a quien debe ser dirigida la correspondencia email: jmagana@tunku.uady.mx

³Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Mexico

los países de América Latina, en los que está inmerso México, lo cual llevará a interacciones complejas entre la población, los recursos biológicos y geofísicos y los objetivos económicos. Durante ese periodo se esperan incrementos anuales en las demandas mundiales de carne y leche del 2.8 y 3.3%, respectivamente. En las zonas urbanas de América Latina, estos consumos de carne y leche significarán un incremento del 70 y 90% con respecto a lo consumido en el año 2000 (Delgado *et al.*, 1999). En México, las tendencias poblacionales y de urbanización son similares (CONARGEN, 2000), por lo que estas demandas conducirán a grandes cambios y retos para el sector ganadero, ya que deberá contribuir con productos de alto valor que la población nacional demanda, sin dejar de prestar atención a los retos de la globalización de los mercados.

Por otro lado, en México y en especial las regiones tropicales (seca y húmeda) tienen un gran potencial de desarrollo para la producción de carne y leche de bovino para satisfacer el mercado nacional e inclusive el internacional. Las zonas tropicales que en México son aproximadamente el 25% del territorio nacional (INEGI, 2004), cuentan con abundantes recursos para apoyar a satisfacer la demanda local. Además, sería un detonante para el desarrollo socioeconómico de ésta región como se demostrará más adelante.

Los objetivos de este documento son: primero, discutir la situación actual de la producción de leche y carne en México y sus limitaciones; segundo, analizar la situación del sistema de producción bovina de doble propósito (SDP); y finalmente discutir las oportunidades y desafíos del trópico mexicano para mejorar la productividad del SDP, donde la integración de los recursos genéticos animales, del ambiente tropical y de las tecnologías deberá ser elemental.

Producción de leche y carne en México

La ganadería en México es una actividad agropecuaria importante; ocupa más del 50% del territorio nacional y mantiene cerca de 32 millones de cabezas de ganado bovino. Durante el año 2003 la producción de leche ascendió a 10,000 millones de litros y la de carne a 1,500 millones de toneladas; a partir de 1994 a 2003 la tasa media de crecimiento anual para la leche a sido del 2.9% y para carne del 2.7% (SAGARPA, 2004a; 2004b).

Como consecuencia de este crecimiento, en especial para la leche, las importaciones de leche fluida y en polvo se han reducido del 25.3% durante 1993 a cerca del 20% en el 2003; aun con ese cambio México sigue siendo el primer importador de productos lácteos. Respecto a la carne de bovino, la producción nacional sigue siendo insuficiente para satisfacer la demanda de una población que crece a un mayor ritmo que el de la producción, por lo tanto las importaciones se han incrementado del 3.5 al 22% de 1995 al 2002 (SAGARPA, 2004b).

La eficiencia de los sistemas de producción de bovino es baja, ya que, si bien el volumen de leche producido del ganado bovino se ha incrementado, esto ha sido debido al aumento de la población de vacas lecheras más que a incrementos en su productividad (SAGARPA, 2004a).

La ganadería lechera de México está distribuida en diferentes regiones agroecológicas y cuencas lecheras que difieren en tecnificación (intensificación, niveles y costos de producción) y estas dependen de la utilización de razas lecheras especializadas (Holstein, Suizo Pardo y Jersey) o vacas cruzadas (*Bos taurus* x *Bos indicus*). Estas últimas están ubicadas en los sistemas de doble propósito establecidos en el trópico mexicano (CONARGEN, 2000).

Durante el año 2003, el valor de la producción de leche nacional fue superior a los \$32,000 millones de pesos, generando miles de empleos directos e indirectos (SAGARPA, 2004a). El aporte de los diferentes sistemas a la producción lechera nacional en el año 2003 fue para, el sistema especializado de 50.3%, el semi-especializado 21.3%, el familiar 9.8% y el sistema doble propósito de 18.3% (SAGARPA, 2004a). Los tres primeros se desarrollan en las zonas templada, árida y semiárida del territorio mexicano manejando razas lecheras especializadas, mientras que el último en el trópico con vacas cruzadas. Los sistemas especializados están bajo estabulación, usan forrajes cosechados bajo riego, fertilización y concentrados; los semiespecializados están bajo pastoreo con riego, fertilización y concentrados y el sistema familiar pastorea forrajes y socas de maíz o sorgo y reciben una suplementación a base de subproductos. El nivel de intensificación (mayor producción por unidad de superficie) es más alta en los sistemas especializados, seguidos por el semiespecializado y familiar; y el de doble propósito es primordialmente extensivo.

Durante los últimos años, la participación de los sistemas especializados, semiespecializados (intensivo y semi-intensivo) en la producción nacional se debió básicamente al aumento en el número de vacas de razas puras provenientes de Canadá, Estados Unidos de Norteamérica (EUA), Australia y Nueva Zelanda; sin embargo, la importación de vacas a partir de 2002 se encuentra restringida por razones de seguridad nacional por la aparición de la enfermedad de las "vacas locas" (Encefalopatía Espongiforme Bovina) en Canadá y EUA.

Además, un problema en el corto y mediano plazo que afrontará la producción especializada y semiespecializada de leche en el país, es la limitante de agua, principalmente en las regiones áridas y semiáridas donde se asientan las principales cuencas lecheras con sistemas intensivos. Estas zonas además de las restricciones para la importación de semovientes, tienen escasez de agua y una sobrecarga en su demanda, tanto para el consumo en los establos como para el cultivo de forrajes, lo que conlleva al encarecimiento de los costos de producción y además, a problemas serios de contaminación (SAGARPA, 2004a). A este respecto, diversos autores han mencionado que si bien los sistemas intensivos tienen mayor productividad (leche por unidad de área o por animal), no fueron más rentables que los sistemas extensivos de doble propósito. Lo cual sugiere que estos pueden tener menores costos de producción por unidad de leche y carne que los sistemas intensivos (Odermatt, 1993; Nicholson *et al.*, 1995; Nicholson, 1998).

Las zonas tropicales de México (seca y húmeda), son regiones propicias para que se asiente el sistema de doble

propósito; este tiene una ventaja con respecto a los sistemas ubicados en las zonas templada, árida, semiárida, que es la abundancia de agua, suelos para el cultivo de insumos alimenticios baratos como los forrajes (gramíneas y leguminosas), los que en conjunto con el inventario ganadero representan una gran alternativa para aumentar la producción de leche nacional y producir la cantidad suficiente para satisfacer la demanda tropical. La región comprende aproximadamente el 25% del territorio nacional (INEGI, 2004), sostiene al 60% de las 9 millones de vacas que se ordeñan en México. Sin embargo, actualmente solamente aporta un poco más del 18% y 33% de leche y carne respectivamente, de la producción nacional. A pesar de lo anterior, algunos investigadores (Aluja y Castillo, 1991; Torres, 1993; Román, 1994; Vázquez, 1997; Román, 2001; Tewolde *et al.*, 2002) señalan el potencial que esta región y su ganado tienen para aumentar la producción por vaca al año o por unidad de superficie del sistema de doble propósito, la cual puede incrementarse en más del 40%. Así pasaría de menos de 800 l a más de 1200 l por lactación lo que redundaría en una mayor participación (de hasta 40%) en la producción nacional, si las otras aportaciones se mantienen constantes. Este incremento contribuiría de manera relevante sobre la rentabilidad del sistema ya que los costos de producción de leche en el trópico con manejo de pastoreo intensivo de temporal es un 40% más barato que el sistema estabulado del país (CONARGEN, 2000). Además el sistema puede contribuir para aprovechar los recursos tropicales nacionales, en un marco de competencia cada vez mayor por el uso del suelo y del agua (Vázquez, 1997; Nicholson, 1998; Lascano *et al.*, 2001; Blake y Nicholson, 2002; Tewolde *et al.*, 2002).

Sin embargo, así como en otras regiones tropicales de la América Latina existen muchos factores que restringen el mejoramiento del sistema de producción bovina de doble propósito (SDP), tanto de índole geográfica, biológico, social, económico, así como técnico. En su conjunto, limitan el conocimiento real de sus recursos potenciales y el casi nulo uso de registros de producción no permiten programar y evaluar las actividades ganaderas encaminadas al mejoramiento productivo para mejorar la rentabilidad de los hatos; por lo tanto, es urgente el desarrollo e implementación de estrategias integrales de manejo de los sistemas de doble propósito en esta región de México (Muñoz *et al.*, 1994; Nicholson 1995; Nicholson *et al.*, 1995).

Características y análisis de los sistemas de producción de doble propósito

Este sistema se puede conceptualizar como la crianza de ganado que produce tanto leche como carne para vender, donde parte de las vacas del hato se ordeñan parcialmente y el resto de la leche se deja para que la cría mame (Anderson y Wadsworth, 1995; Vaccaro y López, 1995). El término como tal, no posee connotaciones específicas con relación al nivel del sistema, a las prácticas de manejo empleadas o al genotipo del animal utilizado (Martínez, 1995; Osorio, 1998; Tewolde, 1998). Aunque este sistema se puede encontrar en cualquier latitud y altitud, el SDP que se analiza aquí se limita a la región tropical de México, con altitud menor a 1000 msnm y con precipitación pluvial anual que fluctúa

entre 800 a 3500 mm con una distribución estacional clara con un periodo seco de 6 meses del año.

La base de su alimentación la constituyen los pastos tropicales nativos o inducidos, manejados bajo sistemas de pastoreo rotacional con carga animal variando de menos de 0.5 a 3.5 unidades animales por hectárea al año, con mínima suplementación durante la época seca, principalmente con subproductos agroindustriales baratos. Las vacas se ordeñan a mano una vez al día, permitiendo que la cría apoye y después se le deja que mame un cuarto completo y/o leche residual, a veces el ordeño de los cuatro cuartos es incompleto. El destete de la cría no siempre coincide con el final de la lactancia, ello depende de la persistencia de la vaca y de algunos criterios del productor considerando el crecimiento del becerro, la época del año y la condición corporal de la vaca. El tipo de ganado utilizado son cruces de Cebú con las razas Pardo Suizo, Holstein, Jersey y Simmental, sin seguir un programa de cruzamiento específico. Los registros de producción, los programas sanitarios y reproductivos son raramente practicados y la asistencia técnica es escasa (Martínez, 1995; Osorio, 1998; Tewolde, 1998).

Con relación al tamaño del hato, tanto en extensión como en número de animales, se aprecia una variación considerable, aunque los hatos son de pequeños a medianos (30 a 100 vacas); y por lo general los hatos ocupan suelos de pobre calidad o que por su topografía tienen bajo valor monetario y son muy frágiles.

Dentro del trópico mexicano, los sistemas de producción de doble propósito son los que contribuyen con mayor proporción de leche de vaca en comparación con los sistemas especializados. De acuerdo a su capitalización, nivel tecnológico y uso del suelo los SDP se pueden clasificar principalmente como extensivos y algunos como semi-intensivos (Román 1994; Magaña, 2000; Gómez *et al.*, 2002). Cualquiera que sea la clasificación, está claro que los SDP están asociados a bajos costos de producción y este sistema representa una alternativa viable que se tiene para aprovechar los recursos naturales regionales y hacer frente a los desafíos que se señalaron previamente como resultado de la globalización económica, así como para la generación de empleos y utilización de mano de obra familiar.

Los valores de algunos indicadores de productividad de los SDP se presentan en el Cuadro 1, la fertilidad reportada en la mayoría de los estudios oscila entre 50 y 60% de nacimientos (Magaña y Delgado, 1998), aunque, con una amplitud que sugiere que el nivel de comportamiento reproductivo de los hatos va de muy pobre hasta otros que pudieran clasificarse como de buena fertilidad (39 a 81%). Otro indicador de fertilidad, importante es la edad al primer parto, cuyo valor promedio es alrededor de los 36 meses de edad (Martínez, 1992; Osorio, 1998), lo que sugiere bajo potencial de crecimiento y/o deficientes estrategias en el manejo de reemplazos. La información sobre la mortalidad de las crías fluctúa entre 9 y 20%; sin embargo, las causas de esa mortalidad no han sido documentadas.

Respecto a los datos de producción de leche por vaca al día, por lactación y anual para los sistemas de doble propósito, lo que realmente se está reportando es la cantidad de

Cuadro 1. Algunos indicadores de productividad de los sistemas bovinos de doble propósito en el trópico Latinoamericano.

Indicadores	Valor más frecuente	Amplitud
Producción de leche:		
Vaca/día, kg	4.0	2.8 - 6.5
Vaca/lactación, kg	1160.0	749 - 1589
Largo de lactación, d	290.0	244 - 311
Fertilidad:		
Edad al primer parto, m	37.0	32 - 43
% de nacimientos	64.0	39 - 81
Producción de carne		
Peso al destete, kg	150.0	120 - 160
Ganancia de peso: g/día		
Becerras	370.0	290 - 490
Post-destete	220.0	no determinado
Productividad por hectárea:		
Carga UA	1.4	0.72 - 1.90
kg leche/año	476.0	182 - 749
kg carne/año	116.0	45 - 192

(Vaccaro *et al.*, 1993)

leche vendible, ya que no se considera la consumida por la cría. La leche vendible por vaca al día (3.5 kg el promedio nacional), depende de la estacionalidad, seca o lluvia, y sugiere una alta dependencia de la producción de leche a una mayor disponibilidad de los pastos. Finalmente, con base en la producción de leche por lactación (749 a 1589 kg) o por año (186 a 1156 kg), los SDP se califican como extensivos o de baja intensidad (Torres, 1993; Nicholson *et al.*, 1995; Osorio, 1998; Magaña, 2000; Tewolde *et al.*, 2002), pero muy eficientes en el uso de los recursos forrajeros de media a pobre calidad. Sin embargo, al considerar el peso vivo de destete y la leche producida por unidad de superficie (ha) al año, los hatos de doble propósito muestran una variación considerable que representan retos y potencialidades del sistema y señalan la urgencia de estudiar sus componentes e interacciones con propósitos y objetivos de aumentar su producción y rentabilidad.

Considerando los sistemas de producción de leche nacional, los sistemas de doble propósito del trópico mexicano son un indicador de las posibilidades reales que tiene el país para incrementar de manera significativa la producción y productividad del ganado lechero que complementaría a los sistemas tecnificados para hacerle frente a los retos de este siglo (Tewolde, 1998; CONARGEN, 2000; Tewolde *et al.*, 2002). Sin embargo, requiere de un reordenamiento en el uso de sus recursos como suelo, agua, forrajes (gramíneas, leguminosas y arbóreas), animales y de tecnologías actualmente en uso comercial para hacer a los sistemas de doble propósito más productivos, rentables y sostenibles.

Oportunidades y desafíos para los sistemas de producción de doble propósito en el trópico de México

A pesar de las bondades y oportunidades que representa el trópico para incrementar su contribución a la producción de leche nacional, existe una falta de información sobre los costos y beneficios comparativos de las diferentes alternativas tecnológicas disponibles para aumentar la producción de leche, por ejemplo, de 700 a 1200 kg por lactancia. Esta falta de información limita seriamente las políticas de intensificación, desarrollo y mejoramiento integral del sistema bovino de doble propósito. La base de las oportunidades radica en el uso ordenado y racional de sus recursos, en especial, el suelo, agua, forrajes y animales para la eficiente y rentable producción de carne y leche. Así como el reconocimiento de las limitaciones de sus recursos y la utilización de las tecnologías más apropiadas.

El uso ordenado del suelo, agua, planta es prioritario tanto a nivel mundial como nacional (Nicholson *et al.*, 1995; Blake y Nicholson, 2002; Gómez *et al.*, 2002; Tewolde *et al.*, 2002; Boyazoglu y Nardote, 2003) y deben ser considerados como piezas fundamentales para las políticas y programas de desarrollo de las regiones tropicales orientadas a aumentar la producción de leche y carne de bovino. Además, hay que reconocer que en estas regiones la estacionalidad (época de seca) es uno de los factores ecológicos más crítico de la productividad de los sistemas de producción de rumiantes en pastoreo, lo que sugiere que quizá el principal objetivo de las tecnologías sea mejorar la eficiencia en la utilización de los recursos alimenticios disponibles durante el año para producir más leche y carne.

Sin embargo, al establecer algunas políticas a corto plazo, con el objetivo de aumentar el volumen de producción de leche y carne, como es el caso del estado de Yucatán, se ha sugerido que incrementar el número de vacas en ordeño es más apropiado y recomendable que aumentar la cantidad de concentrado proporcionado a las vacas (Pech *et al.*, 2002), esto con la premisa de disponibilidad de pasto en los ranchos. Sin embargo, un mayor número de vacas en ordeño implica incrementar la mano de obra y efectuar cambios y reajustes en el manejo para no poner en riesgo la fertilidad del hato, lo que necesariamente debe estar acompañado de mejoras en el manejo nutricional (no necesariamente a través de concentrados) de la vaca, en especial durante la lactancia temprana para asegurar buenos niveles de producción de leche, el pronto reinicio de la actividad ovárica y la consecuente gestación. La baja eficiencia reproductiva es una característica de los hatos de doble propósito en esta región y la fertilidad es un carácter que influye directamente sobre la productividad individual y del hato (Magaña y Delgado, 1998; Osorio y Segura, 2002; Teyer *et al.*, 2003; Parra-Bracamonte *et al.*, 2005). La principal causa de la pobre fertilidad está asociada a fallas en el manejo nutricional, reflejándose baja condición corporal y peso vivo al parto y en pérdidas de ambos durante el posparto, lo que contribuye a que el intervalo parto a concepción sea mayor a los 120 días posparto en más del 50% de las vacas y esta condición reduce el número potencial de vacas a ordeñarse al año (Magaña *et al.*, 1996; Magaña y Delgado, 1998; Delgado, 2000; Delgado *et al.*, 2004; Estrada *et al.*, 2002). Por lo tanto, quizá la política más apropiada deba estar dirigida a incre-

mentar los niveles de producción individual y por unidad de superficie más que aumentar el número de vacas en ordeña, lo que implica primero efectuar ajustes en el manejo nutricional y reproductivo del hato y mejorar el nivel del desempeño reproductivo de las hembras en el hato.

El incremento en la población de vacas lecheras, es una política empleada en los sistemas especializados y semiespecializados (intensivos) del país, con la finalidad de obtener mayores volúmenes de producción de leche, aunque no siempre se ha asociado a mejoras en la productividad e inclusive actualmente representa una amenaza seria de contaminación del suelo y agresividad para la disponibilidad y calidad del agua. Para los sistemas extensivos de producción de leche en el trópico mexicano (sistemas de doble propósito), seguir esa política tendría el inconveniente de acarrear cambios en el uso del suelo y agua, a través de aumentar el número de hectáreas cultivadas con pastos. Estas acciones probablemente contribuirán a la deforestación de la región. Además, si las áreas forrajeras no se manejan apropiadamente provocarán impactos ambientales negativos como la erosión del suelo, reducción en producción de forraje y finalmente bajos niveles de producción animal (Simpson y Conrad, 1993; Nicholson *et al.*, 1995; Nicholson, 1998; Blake y Nicholson, 2002). También, como se discutirá más adelante, parece ser más factible cambiar el promedio de leche al día por vaca de 3.5 kg a 7.0 kg o más, con la utilización de los recursos alimenticios disponibles en lugar de cambiar el uso del suelo y agua actuales y provocar cambios ambientales que pongan en riesgo a las selvas, suelo y reservas hídricas. Lo anterior implica la necesidad de iniciar los procesos de intensificación en los sistemas de doble propósito, desde modificaciones mínimas como los ajustes al manejo de potreros, nutricional y reproductivo hasta la completa reestructuración del sistema para incrementar la producción tanto por animal como por hectárea.

México registra actualmente dos fenómenos sociales, el aumento demográfico y la urbanización, ambos son para en el país las principales fuerzas que provocan mayores demandas de alimentos tanto de origen animal como vegetal; esto lleva consigo mayor dedicación de tierras utilizadas para cultivos agrícolas y áreas de pastizales, que inducen a cambios importantes en el uso del suelo, desde mayores áreas extensivas hasta las áreas tendientes a la intensificación. La zona centro del estado de Chiapas es un ejemplo bien documentado de esta situación (Gómez *et al.*, 2002). En esta región, el SDP más frecuente es el semi-intensivo (76% de los hatos); este sistema es el que obtiene mayor productividad e intensidad en el uso del suelo ($7.3 \text{ kg vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$), en comparación a los sistemas intensivos que dependen de recursos externos al sistema como granos y concentrados, entre otros o a los sistemas extensivos basados únicamente en el pasto de temporal, con niveles más bajos de producción ($2.6 \text{ kg vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$).

Sin embargo, a largo plazo la mayor intensidad en el uso del suelo sin cuidado en el reciclaje de nutrientes y estrategias de manejo que conserven las propiedades del suelo y eviten su degradación, conducirá a decrementos en la pro-

ductividad tanto del mismo suelo como del animal que depende del forraje. Esto aumentará la deforestación y reducción de las fuentes de agua así como de las reservas de la biodiversidad, como ha ocurrido en diferentes partes del trópico latinoamericano y mexicano (Nicholson *et al.*, 1995; Blake y Nicholson, 2002; Gómez *et al.*, 2002; Tewolde *et al.*, 2002).

El potencial de producción de biomasa de los forrajes tropicales nativos, mejorados, leguminosas ha sido demostrado ampliamente y tienen capacidad de mantener entre 7 y 9 kg de leche $\text{vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$ y entre 1000 y 2000 kg de leche por hectárea al año bajo condiciones de pastoreo sin suplementación (Stobbs y Thompson, 1975). Las gramíneas con fertilización o asociadas con leguminosas, además de permitir aumentar la carga animal de 1 hasta 6 vacas pueden producir entre 6 y 12 kg de leche por $\text{vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$ y entre 2500 a 17000 kg de leche por hectárea al año (Combellas y Mata, 2002; Pezo *et al.*, 1992). Entre las tecnologías y alternativas de manejo para hacer frente a la estacionalidad figuran la irrigación, fertilización y conservación de forrajes. Adicionalmente se pueden agregar otras como las asociaciones entre gramíneas y leguminosas, así como la suplementación con concentrados y subproductos y el uso de árboles forrajeros. Cuales serían las alternativas tecnológicas más apropiadas dependerá de varios factores como el tipo de suelo, disponibilidad de agua e inversión económica. Las bondades y limitaciones para los sistemas ganaderos tropicales han sido discutidas ampliamente (Nicholson *et al.*, 1994; Escobar, 2000; Kú Vera, 2000; Pezo *et al.*, 2002; Lascano *et al.* 2001; Argel, 2006; Palma, 2005).

En consecuencia, el aumento de los volúmenes de producción de leche y carne del SDP en el trópico mexicano no radica en incrementar el número de vacas en ordeña como tampoco en los cambios en el uso actual del suelo hacia los cultivos forrajeros, sino en cambios y adecuaciones en el manejo nutricional, reproductivo y otros para mejorar la eficiencia reproductiva y productiva individual y del hato. También, para evitar impactos ambientales negativos y mejorar la eficiencia de la producción del SDP en el trópico mexicano en particular y del trópico en general, se deben integrar portafolios basados en el uso y manejo de los recursos regionales en los sistemas ganaderos, como el pasto, leguminosas y subproductos (Magaña, 2000; Lascano *et al.*, 2001; Blake y Nicholson, 2002; Gómez *et al.*, 2002; Tewolde *et al.*, 2002). Estos portafolios deberán promover el reciclaje de nutrientes efectivo entre el suelo, plantas y animales; mejorar la eficiencia en el uso de los nutrientes por el animal y usos alternativos de las áreas de pastoreo, especialmente en los sistemas agropecuarios más diversificados como los sistemas mixtos y silvopastoriles, sin olvidar que la aplicación de estas propuestas deben satisfacer las necesidades económicas de los productores.

La expresión fenotípica de la productividad de un animal, por ejemplo la eficiencia en el uso de los nutrientes regionales disponibles, es el resultado del potencial del animal para expresar en ausencia de estrés y su habilidad para sobrellevar los efectos del estrés ambiental. Ambos, están controlados por genes que pueden actuar de manera

aditiva o no aditiva. De esta manera, al mismo tiempo que se implementan cambios o ajustes en el manejo nutricional y reproductivo del hato se debe, primero elegir a los genotipos que mejor aprovechen los recursos del sistema; y segundo, seguir con un programa de selección y sistemas de cruzamientos más apropiados y fáciles de implementar a nivel comercial. Actualmente, hatos sin programas de seguimiento productivo, uso de registros y la definición de algún sistema de cruzamiento ordenado, el genotipo del animal y su manejo puede ser un factor limitativo de la productividad (Ortiz, 1998; Vaccaro *et al.*, 1997; Vaccaro 2000; Osorio, 1998; Tewolde, 1998; Magaña, 1995; 2000).

Si el factor limitativo en un animal es el potencial de producción, pero está bien adaptado a las condiciones ambientales, como es el caso de la mayoría de la población *Bos indicus* del trópico mexicano, el productor tiene dos alternativas para mejorar la productividad. La primera es, introducir a la población genes de mayor potencial de producción vía cruzamientos o sustitución de razas y eliminar al máximo los factores estresantes a través de mejoras en el manejo (alimentación, salud, instalaciones, etc.). La segunda, es mejorar el potencial de las poblaciones existentes al mismo tiempo que se mantienen las características de adaptación por medio de la selección. Para los productores el uso de la primera alternativa sería la más apropiada y además les permitiría aprovechar los beneficios de la heterosis que se expresa en los animales cruzados; esta ventaja es muy importante bajo las condiciones de bajos insumos como las que prevalecen en los sistemas de doble propósito en el trópico en general y particular de México (Holmann *et al.*, 1990; Madalena *et al.*, 1990; Vaccaro, 1998; Vaccaro *et al.*, 1993; Ortiz, 1998; Magaña, 2000; Tewolde *et al.*, 2002; Parra-Bracamonte *et al.*, 2005).

La expresión del nivel de producción es consecuencia del genotipo animal y del medio ambiente donde se maneja. Para mejorar el desempeño animal, los programas deben incluir alternativas disponibles para mejorar al animal (genéticamente) y al ambiente de producción (alimentación, sanidad, reproducción, etc.) donde dichos animales se van a manejar. Si el mejoramiento sólo considera el ambiente de producción (alimentación), la existencia de genotipos con bajo potencial limitará su impacto sobre el mejoramiento (Ortiz, 1998; Magaña, 2000; Parra-Bracamonte *et al.*, 2005). Similarmente, si sólo se mejora el genotipo, el ambiente de producción no estará acorde y la expresión productiva no podrá ser posible (Tewolde, 1998). Parra-Bracamonte *et al.* (2005) mostraron que la conjunción de mejoras ambientales (alimentación y manejo general) y el uso de genotipos con mayor encaste de genes europeos manejados en hatos de doble propósito en la Región Centro (Región de altos insumos y genotipos de alto encaste de genes europeos) del estado de Yucatán, la producción de leche y los kg día⁻¹ por día de interparto son casi dos veces mayor que lo obtenido en las otras regiones con menos insumos y animales de mediano y bajo potencial de producción (Zonas Sur y Oriente, Cuadro 2). Este resultado sugiere que es posible incrementar la producción de leche por lactancia y por día de interparto en las regiones Sur y Oriente al menos al nivel de

Cuadro 2. Efectos de región y grupo genético de la vaca sobre la producción de leche, intervalo entre partos y producción de leche por día entre partos en vacas de doble propósito en el estado de Yucatán, México

Factor	Producción de leche por lactancia (%)	Intervalo entre partos (días)	Producción de leche por día de interparto (kg)
Región			
Centro	2206±51	429±26	5.3±0.2
Oriente	1192±28	476±15	3.0±0.1
Sur	1327±57	482±39	2.3±0.3
Grupo genético			
Bajo	1443±66	462±31	3.7±0.2
Medio	1665±34	431±19	4.1±0.1
Alto	1611±39	480±21	3.7±0.2
Desconocido	1580±35	474±20	3.8±0.2

(Parra-Bracamonte *et al.*, 2005)

la Región Centro del estado de Yucatán con mejor manejo de la alimentación y con el uso de vacas de mayor encaste de genes europeos pero quizá no de raza pura, al menos que se realicen cambios drásticos en el manejo como los reportados por Teyer *et al.* (2003). Estos cambios que incluyen irrigación, fertilización y dependencia en el uso de concentrados e insumos externos al SDP.

Cambios en el nivel de alimentación, así como mayor uso de recursos externos al sistema aumentan los niveles de producción y los ingresos por el valor de los productos como la leche y carne (Magaña, 2000; Teyer *et al.*, 2003); pero también se incrementan los costos de producción por ciclo productivo y conlleva a pérdidas económicas e ineficiencia en el uso de los nutrientes en especial de los grupos genéticos de alto encaste de genes europeos en comparación a los de medio encaste (Magaña, 2000; Estrada *et al.*, 2002; Tewolde *et al.*, 2002). Diversos autores en el trópico latinoamericano han reportado resultados con la misma tendencia (Holmann *et al.*, 1990; Madalena *et al.*, 1990; Vaccaro *et al.*, 1993; Vaccaro, 1998).

Un ejemplo en el trópico mexicano que muestra la importancia de la interacción de los recursos genéticos animales y los niveles de manejo nutricional a nivel de productores y además señala la importancia de la armonía entre ambos para aprovechar al máximo tanto biológica como económicamente los recursos en el SDP es el reportado por Magaña (2000). En el estudio, las vacas se agruparon en tres grupos genéticos: Bajo (GGB), Medio (GGM) y Alto (GGA) nivel de encaste de genes europeos, y los hatos en cuatro niveles nutricionales (NN). En el NN1 la alimentación consistió en pastoreo directo en praderas de pasto guinea (*Panicum maximum*) a temporal sin fertilización y carga animal de una vaca por hectárea al año; el NN2 igual que

en el NN1 más suplementación a las vacas en lactación durante la época seca utilizando una mezcla de pulpa de cítrico deshidratada o caña de azúcar y pollinaza; el NN3 pastoreo en praderas de pasto estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*) con riego y fertilización con carga animal de tres vacas por hectárea al año, suplementación con 5 kg de concentrado por vaca al día y pasto de corte a voluntad en el corral; y el NN4 igual que el anterior más 7 kg de concentrado por vaca al día.

La cantidad de leche ordeñada, fue incrementándose en cada grupo genético a medida que el NN fue mejorando, excepto en las vacas de menor encaste de genes europeos. La superioridad del GGM, fue consistente en todos los niveles NN. Esta consistencia, también se mantuvo cuando se evaluaron los cambios de condición corporal durante la lactancia como un reflejo del nivel de armonía que existe entre el nivel nutricional y los recursos genéticos animales (Cuadro 3). Las diferencias en el peso vivo al destete no fueron tan grandes y la interacción fue importante (Cuadro 4). Finalmente, se observó que el costo del uso de mayores insumos externos al rancho, como la suplementación, riego y fertilización fue cerca de 10 veces más que el costo en los sistemas que dependen del pastoreo directo en praderas a temporal (Cuadro 5).

El mejoramiento del nivel del desempeño individual, del hato y del sistema de doble propósito en el trópico mexicano debe primero reconocer cuales son sus recursos actuales y potenciales, mismos que incluyen al suelo, agua, plantas y animales. Al mismo tiempo se precisa identificar cuales son la tecnologías más apropiadas para implementarse, depen-

diendo de las condiciones agroecológicas de la región tropical del país y segundo, integrar portafolios basados en el uso y manejo de los recursos regionales y mejorar la eficiencia en el uso de los nutrientes por el animal, así como promover el reciclaje de nutrientes efectivo entre el suelo- planta-animal, sin olvidar que la aplicación de estas propuestas deben satisfacer las necesidades económicas de los productores.

Conclusiones

La producción de leche y carne actualmente en México es insuficiente para satisfacer la demanda debido al incremento demográfico y la urbanización. Los sistemas intensivos (especializados y semiespecializados) no son la alternativa más viable para aumentar los volúmenes de producción, debido a que enfrentarán a corto plazo restricciones en la importación de vacas, alto costo de producción por las limitaciones en el uso del agua para los establos y los cultivos así como elevados riesgos de contaminación.

El trópico mexicano representa una gran alternativa para incrementar su participación en la producción nacional, por el número de vacas que maneja y por la cantidad de recursos naturales utilizables básicos como el suelo, agua, pasto y subproductos que contribuyen a producir a bajo costo en comparación con los recursos externos como concentrados. Los procesos de intensificación del SDP son urgentemente requeridos más que aumentar el número de animales en ordeña y en áreas de pastoreo y cambios en el uso del suelo.

La existencia de animales con diferentes proporciones de genes europeos en cada hato es una restricción para el

Cuadro 3. Producción de leche, largo de lactación y los cambios de condición corporal durante la lactancia de vacas de doble propósito según su grupo genético (GG) en cada nivel nutricional (NN).

NN / GG n	Producción de leche por lactancia (%)	Largo de la lactación (días)	Cambio de condición corporal durante la lactancia
NN1			
Bajo 19	394.9±97.6 b	106.6±17.6 b	-2.78±0.27 ab
Medio 20	677.6±193.0 a	164.0±17.1 a	-3.14±0.29 a
Alto 33	616.8±147.1 b	130.7±13.1 b	-3.45±0.20 ac
NN2			
Bajo 24	478.1±172.7 b	132.9±15.3 b	-2.74±0.18 b
Medio 33	1037.4±148.8 a	199.0±13.2 a	-2.56±0.18 b
Alto 29	1009.0±160.1 a	194.9±14.2 b	-3.24±0.19 a
NN3			
Bajo 16	1 502.8±208.4 b	178.5±18.5 b	-1.35±0.20 b
Medio 20	2 007.8±196.8 a	234.3±17.5 a	-1.48±0.20 b
Alto 23	1 817.2±187.7 b	205.3±16.6 a	-2.21±0.21 a
NN4			
Bajo 21	1 939.2±184.4 b	113.8±16.4 b	-1.64±0.21 a
Medio 24	3 187.3±177.1 a	281.1±15.7 a	-1.78±0.24 a
Alto 54	2 972.5±123.9 a	253.1±11.0 a	-2.17±0.24 a

Cuadro 4. Características del crecimiento del becerros sobrevivientes y peso promedio al destete incluyendo mortalidades, según el grupo genético de la vaca (GG) y el nivel nutricional (NN).

NN / GG	n	Peso al destete (kg)	Edad al destete (días)	Ganancia predestete (g/día)	n	Peso al destete por vaca parida(kg)
NN 1						
Bajo	15	177.6±9.1 ab	217.9±9.3 a	654±36 a	19	133.4±15.4 ab
Medio	19	188.1±8.2 a	221.7±9.3 a	680±34 a	20	162.0±15.1 a
Alto	23	164.9±7.5 b	208.8±7.7 a	621±32 a	33	110.1±11.5 b
NN 2						
Bajo	20	157.4±7.6 b	229.2±7.8 a	528±32 b	24	124.4±13.5 b
Medio	32	179.5±6.2 a	237.6±6.3 a	602±30 a	33	165.5±11.6 a
Alto	26	149.6±6.9 b	234.4±7.1 a	487±30 b	29	126.0±12.5 b
NN 3						
Bajo	10	160.9±10.7 a	223.4±11.0 a	555±41 a	16	102.2±16.3 b
Medio	19	170.3±8.4 a	220.2±8.6 a	621±36 a	20	154.7±13.3 a
Alto	21	164.7±8.2 a	225.3±8.4 a	585±31 a	23	133.3±14.6 a
NN 4						
Bajo	8	163.0±12.7 a	178.9±13.1 a	675±48 a	21	55.0±14.4 c
Medio	23	141.0±7.4 b	166.5±7.9 a	612±34 a	24	129.1±13.8 a
Alto	41	147.2±6.1 b	168.9±6.2 a	627±30 a	54	104.0±9.7 b

(Magaña, 2000)

establecimiento de programas de manejo integrales encaminados a aumentar la productividad individual y de hato, así como la rentabilidad de los SDP.

Para ello la integración de estrategias de manejo debe procurar la armonía entre los recursos genéticos animales y los naturales en el trópico. El reciclaje de nutrientes entre suelo, planta y animal deben ser la piedra angular para

asegurar la productividad y sostenibilidad de los SDP en el trópico mexicano. Para ello, el uso de los recursos regionales y los sistemas mixtos tienen prioridad para ser estudiados y utilizarse a corto y mediano plazo en armonía con los recursos genéticos animales más promisorios.

Cuadro 5. Comparación económica en moneda nacional (México) del ingreso neto de la producción de vacas de doble propósito según su grupo genético (GG) y nivel nutricional (NN).

GG	NN 1	NN 2	NN 3	NN4
Bajo				
Ingreso*	2551.5	2626.0	4513.0	2811.0
Egreso**	1842.0	2165.0	6209.0	8911.0
Ingreso neto	709.5	471.0	-1695.0	-6099.0
Relación beneficio:costo	1.38	1.21	0.72	0.31
Medio				
Ingreso	3635.0	4472.0	6359.0	8633.0
Egreso	1842.0	2165.0	6209.0	8911.0
Ingreso neto	1793.0	2317.0	150.0	-277.0
Relación beneficio:costo	1.91	2.06	1.02	0.97
Alto				
Ingreso	2736.0	3829.0	5802.0	7880.0
Egreso	1842.0	2165.0	6209.0	8911.0
Ingreso neto	894.0	1656.0	-406.0	-1030.0
Relación beneficio:costo	1.48	1.77	0.93	0.88

*Ingreso por venta de leche y becerros destetados. (Magaña, 2000)

**Egresos por costos variables

Literatura Citada

- Aluja, A. y E. Castillo. 1991. Experiencias en investigación y transferencia de tecnología sobre la producción de leche en el CIEEGT. Memorias. Seminario Internacional sobre Lechería Tropical. I.FIRA. Villahermosa, Tabasco, México. p:84-93.
- Anderson, S., and J. Wadsworth. 1995. Proceeding of the International Workshop on Dual Purpose Cattle Production Research. IFS, UADY. Mérida, Yucatán, México. p. 368.
- Argel, P. J. 2006. Contribución de los forrajes mejorados a la productividad ganadera de sistemas de doble propósito. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 14(2):65-72.
- Blake, R. W. and C. Nicholson. 2002. Livestock, land usage and environmental outcomes in the developing world. *In*: Eds: Owen, E., T. Smith, M. A. Steele, S. Anderson, A. J. Duncan, M. Herrero, J. D. Leaver, C. K. Reynolds, J. I. Richards, and J. C. Kú-Vera. Responding to the livestock revolution: the role for globalization and implication for poverty alleviation. BSAS Publication 33. Nottingham University Press. p:133-153.
- Boyazoglu, J. and A. Nardote. 2003. The relationship between environment and animal production. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 11(1):57-64.
- Combellas, J., y D. Matta. 1992. Suplementación estratégica de bovinos de doble propósito. En: Ed. S. Fernández-Baca. Avances en la Producción de Leche y Carne en el Trópico Americano. FAO, Santiago, Chile. pp: 99-130.
- CONARGEN, 2000. Comité Nacional de los Recursos Genéticos. Plan de Acción. México, D.F. 127 p.
- Delgado, C., M. Rosegrant., H. Steinfeld., S. Ehui and C. Curbois. 1999. Livestock to 2020: The next food revolution. Food, Agriculture and Environmental Discussion Paper 28. IFPRI, Washington, D.C. USA.
- Delgado, R. 2000. Comportamiento reproductivo de bovinos productores de leche (doble propósito) en el trópico. Factores que lo afectan. En: Ed: J. Santos. Alternativas para la intensificación de sistemas ganaderos de doble propósito en el trópico. Memoria de conferencia internacional. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Mérida, México. pp: 23-33.
- Delgado, R., J.G. Magaña, C. Galina and J. C. Segura. 2004. Effect of body condition at calving and its changes during early lactation on postpartum reproductive performance of Zebu cows in a tropical environment. J. Appl. Anim. Res. 26:23-28.
- Escobar, A. 2000. Suplementación alimenticia para la ganadería de leche tropical. Principios y estrategias. En: Ed: J. Santos. Alternativas para la intensificación de sistemas ganaderos de doble propósito en el trópico. Memoria de conferencia internacional. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Mérida, México. pp: 89-108.
- Estrada, R., M. Parra, J. G. Magaña, J. Santos and C. Aguilar. 2002. Estimation of apparent energetic and economic efficiency of cows with different levels of *Bos taurus/B. indicus* blood, using a simulation model, on dual purpose herds in the tropics of Mexico. *In*: Eds: E.Owen, T. Smith, M.A. Steele, S. Anderson, A.J. Duncan, M. Herrero, J.D. Leaver, C.K. Reynolds, J.I. Richards and J.C. Kú-Vera. Responding to the livestock revolution: the role for globalization and implication for poverty alleviation. BSAS Publication 33. Nottingham University Press. p:51-52.
- Gómez, C. H., A. Tewolde y J. Nahed, T. 2002. Análisis de los sistemas ganaderos de doble propósito en la zona centro del estado de Chiapas, México. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 10(3):175-182.
- Holmann, F., R.W. Blake., M.V. Hahn., R.A. Baker., P.A. Ontenacu and T.L. Stanton. 1990. Comparative profitability of purebred and crossbred Holstein herds in Venezuela. J. Dairy, Sci. 73:2190-2199.
- INEGI. 2004. Anuarios Estadísticos de los Estados, 2004. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 2004. p. 197.
- Ku-Vera, J. 2000. Alternativas nutricionales para la intensificación de los sistemas de doble propósito. En: Ed: J. Santos. Alternativas para la intensificación de sistemas ganaderos de doble propósito en el trópico. Memoria de conferencia internacional. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Mérida, México. pp: 109-119.
- Lascano, C., F. Holmann., F. Romero., C. Hidalgo y P. Argel. 2001. Forrajes tropicales: recursos genéticos para mejorar los ingresos de productores de leche en sistemas doble propósito en el trópico seco. Memorias. XXIX Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal. UAT, AMPA, GT, UAMAC, VT, COTACYT, CONARGEN, CNM, IICA, SAGARPA. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. p. 139-167.
- Madalena, F. E., A.M. Lemos., R.L. Teodoro., J.B.N. Monteiro and R.T. Barbosa. 1990. Evaluations of strategies for crossbreeding of dairy cattle in Brasil. J. Dairy Sci. 73:1887-1895.
- Magaña, J. G. 1995. Genetic effects on productive efficiency of dual purpose cattle. In: Eds: Anderson, S. and J. Wadsworth. Dual Purpose Cattle Production Research. Proceeding of the International Workshop. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán/ Internacional Foundation for Science. Mérida, México. pp: 326-339.
- Magaña, J. G. 2000. Relación entre el perfil nutricional y niveles de producción de diferentes genotipos de bovinos de doble propósito en el sureste de México. Tesis Doctoral. Universidad de Colima, Colima, México.
- Magaña, J. G., E. Valencia y R. Delgado. 1996. Efecto del amamantamiento restringido y la crianza artificial sobre el comportamiento de vacas Holstein y sus crías en el trópico subhúmedo de México. Veterinaria México. 27:271-278.
- Magaña, J. G., y R. Delgado. 1998. Algunas observaciones sobre el comportamiento reproductivo de vacas Pardo Suizo en el trópico subhúmedo de México. Rev. Biomédicas. 9:197-203.
- Martínez G. J. C. 1992. Edad al primer parto e intervalos entre partos en ganado Pardo Suizo criado en trópico subhúmedo. BIOTAM 4:65-71.
- Martínez, G. J. C. 1995. Reproducción del ganado bovino de doble propósito en el trópico seco. Memoria. X Aniversario del Postgrado. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Agronomía. Cd. Victoria, Tamps. p. 79-83.
- Muñoz, R. M., P. Odermatt y C. Altamirano. 1994. Retos y oportunidades del sistema leche en México ante el TLC. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agricultura y la Agroindustria Mundial. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- Nicholson, C., R. W. Blake, C. L. Urbina, D. R. Lee, D. G. Fox and F. J. Van Soest. 1994. Economic comparison of nutritional management strategies for Venezuelan dual-purpose cattle systems. J. Anim. Sci. 72:1680-1696.
- Nicholson, C., R.W. Blake and D.R. Lee. 1995. Livestock, deforestation and policymaking: intensification of cattle production systems in Central America revisited. J. Dairy Sci. 78:719-726.
- Nicholson, C. 1995. Mexico's Dairy Sector in the 1990's: A Descriptive Analysis. Department Agricultural Resources and Managerial Economics, Research Bolletín 95-05. Cornell University, Ithaca, N. Y.
- Nicholson, C. 1998. Intensificación de sistemas de producción bovina en los trópicos Eds. L. Vaccaro y A. Pérez. En: El desarrollo de la producción de leche en América Latina tropical: su impacto social y ambiental. Arch Latinoam. Prod. Anim.6:1-18.
- Odermatt, P. 1993. Ventajas comparativas e incentivos políticos a la producción de leche en México: La Comarca Lagunera, Altos de Jalisco y Veracruz. (Mimeo).
- Ortiz, L. C. E. 1998. Rentabilidad de las razas cebuinas en el sistema de doble propósito. Memoria. Cuarto foro de análisis de los recursos genéticos: Ganadería bovina de doble propósito. SAGAR. Villahermosa, Tabasco, México. p. 44-52.
- Osorio, A. M. M. 1998. Caracterización de los sistemas bovinos de doble propósito en el trópico. Observaciones sobre el comportamiento productivo de grupos raciales. Memoria. Cuarto foro de análisis de los recursos genéticos: Ganadería bovina de doble propósito. SAGAR. Villahermosa, Tabasco, México. p. 8-28.
- Osorio, M. and J.C. Segura. 2002. Reproductive performance of dual purpose cows in Yucatán, Mexico. Livestock Research for Rural Development 14(3). <http://cipav.org.co/lrrd/lrrd14/3/Osor143.htm>.
- Palma, G. J. M. 2005. Los sistemas silvopastoriles en la producción pecuaria. Experiencias en la región del trópico seco de México. BIOTAM Serie Especial. pp: 23-31.
- Parra-Bracamonte, G. M., J.G. Magaña., R. Delgado., M. Osorio and J.C. Segura. 2005. Genetic and non-genetic effects on productive and reproductive traits of cows in dual purpose herds in Southeastern Mexico. Genet. Mol. Res. 4(3):482-490.
- Pech, M. V., J. Santos., y R. Montes. 2002. Función de producción de la ganadería de doble propósito de la zona oriente del estado de Yucatán, México. Tec. Pec. Mex.40 (29):187-192.

- Pezo, D.A., F. Romero y M. Ibrahim. 1992. Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. En: Ed: S. Fernández-Baca. *Avances en la Producción de Leche y Carne en el Trópico Americano*. FAO. Santiago, Chile. pp: 47-98.
- Román, P. H. 1994. Características y transferencia de tecnología de los sistemas bovinos de doble propósito en el trópico. *Memorias. XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. Excelencia en las Ciencias Veterinarias*, FAO, OPS, OIE, IICA, OIRSA, SARH, CNMVZM, CONASA, AVM, FMVZ-UNAM, INIFAP y AMVZE. Acapulco, Gro., México. p. 238-239.
- Román, P. H. 2001. El papel de los GGAVATT como mecanismos de transferencia de tecnología. *Memorias. XXIX Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal*. UAT, AMPA, GT, UAMAC, VT, COTACYT, CONARGEN, CNM, IICA, SAGARPA. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. p. 14-20.
- SAGARPA, 2004a. Situación actual de la producción de leche en México, 2004.
- SAGARPA, 2004b. Situación actual y perspectiva de la producción de carne en México, 2004.
- Simpson, J. R. and J. H. Conrad. 1993. Intensification of cattle production systems in Central America: Why and when. *J. Dairy Sci.* 76:1744-1753.
- Stobbs, T.H., and P. A.C. Thompson. 1975. Milk production from tropical pastures. *World Animal Review*. 13:3-7.
- Tewolde, A. 1998. Los sistemas de producción bovina de doble propósito y los recursos genéticos. *Memoria. Cuarto foro de análisis de los recursos genéticos: Ganadería bovina de doble propósito*. SAGAR. Villahermosa, Tabasco, México. p. 29-34.
- Tewolde, A., J. C. Martínez G., E. Gutiérrez O. y J.G. Magaña. 2002. Utilización estratégica de los recursos genéticos para la intensificación de los sistemas de producción bovina de doble propósito. *Memorias. IX Curso Internacional de Reproducción Bovina*. UNAM-FMVZ-División de Educación Continua-Departamento de Reproducción. México, D. F. p. 121-134.
- Teyer, B. R., J.G. Magaña., J. Santos y J. C. Aguilar. 2003. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas de tres grupos genéticos en un hato de doble propósito en el sureste de México. *Rev. Cubana de Ciencia Agric.* 37(4):363-370.
- Torres, B. I. 1993. Situación actual de la producción de leche en México. *Memorias SIPLEP'93. FIRA-Gob. de Aguascalientes-Embajada de Nueva Zelandia, Aguascalientes, Ags.* s/p.
- Vaccaro, L. 1998. El potencial de distintos genotipos para el uso en diferentes niveles de manejo: evidencias en Venezuela. Eds. L. Vaccaro y A. Pérez. En: *El desarrollo de la producción de leche en América Latina tropical*. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 6:83-90.
- Vaccaro, L. 2000. Importancia de los bovinos de doble propósito en América Latina y perspectivas para su mejoramiento. En: Ed: J. Santos. *Alternativas para la intensificación de sistemas ganaderos de doble propósito en el trópico*. Memoria de conferencia internacional. Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Mérida, México. pp: 1-12.
- Vaccaro, L. y D. López. 1995. Genetic improvement of dual purpose cattle in Latin America. *Boletín de Información sobre Recursos Genéticos Animales-FAO* 16:15-32.
- Vaccaro, L., R. Vaccaro., O. Verde; H. Mejías and E. Romero. 1993. Harmonizing type and environmental level in dual purpose cattle herds in Latin American. *World Animal Review*. 77:15-20.
- Vaccaro, L., A. Pérez, H. Mejías, R. Khalil y R. Vaccaro. 1997. Cuantificación de la interacción genotipo:ambiente en sistemas de producción con bovinos de doble propósito. En: Eds: C. E. Lascano y F. Holman. *Metodologías para la Investigación en Fincas con Sistemas de Producción de Doble Propósito*. CIAT, Cali, Colombia. pp: 72-81.
- Vázquez, G. J. 1997. *Ganadería tropical de México*. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UACH. p. 107.