

Caracterización económico-productiva del sistema bovino doble propósito en tres regiones tropicales de México

Y. Bautista-Martínez^{1,*}, J.G. Herrera-Haro², J.A. Espinosa-García³,
F.E. Martínez-Castañeda⁴, H. Vaquera-Huerta², A. Morales⁵
y G. Aguirre-Guzmán¹

¹ Universidad Autónoma de Tamaulipas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Km 5 Carretera Cd. Victoria – Mante, Cd. Victoria, Tamaulipas, México

² Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Km 36,5 Carretera México-Texcoco. Edo. México, México

³ Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal, Carretera a Colon Km. 1, Ajuchitlan Querétaro, México

⁴ Universidad Autónoma del Estado de México. Carretera Toluca-Atlacomulco km. 14,5, Toluca. Edo. México, México

⁵ Universidad de Wisconsin-Madison, Madison Wisconsin, Estados Unidos de América

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar las características productivas, indicadores económicos, índice de adopción de tecnología y la relación entre ellos, en unidades de producción en bovinos de doble propósito. La investigación se desarrolló en tres regiones del trópico mexicano (Tabasco, Chiapas y Sinaloa), en 30 unidades de producción del sistema doble propósito, elegidos con muestreo aleatorio, se estableció un sistema de registros que incluyó variables productivas, prácticas de manejo y erogaciones del proceso de producción. Con un análisis de varianza se detectaron diferencias en las variables productivas e indicadores económicos entre regiones y un análisis de regresión fue utilizado para medir la relación del índice de adopción tecnológica con las variables de desempeño económico. La producción promedio de leche por vaca y día fue de 6,47; 5,49 y 12,24 l; el índice de adopción tecnológica (con escala de 0 a 21) fue de 10,95; 9,20 y 12,24 y el coste de producción de un litro de leche fue de 0,24 €, 0,26 € y 0,28 € en Tabasco, Chiapas y Sinaloa, respectivamente, difiriendo entre regiones ($P < 0,05$). Los componentes tecnológicos más usados fueron en el área de alimentación, con frecuencias promedio de 97%, 93% y 100% y la frecuencia menor se presentó en el área de reproducción con 40%, 20% y 30% para Tabasco, Chiapas y Sinaloa, respectivamente. El índice de adopción tecnológica se relacionó positivamente con la producción de leche, la rentabilidad sobre la inversión y la utilidad.

Palabras clave: Costes de producción, innovación tecnológica, productividad, rentabilidad.

Productive and economic characterization of dual-purpose cattle in three tropical regions of Mexico

Abstract

The aim of this study was to determine the production characteristics, economic indicators, rate of adoption of technology in farms of dual purpose cattle. The study was carried in three regions of the Mexican tropic (Tabasco, Chiapas and Sinaloa), in 30 cattle farms of dual purpose cattle, chosen with random sampling. A system of records was established that included productive variables, management

* Autor para correspondencia: ybautista@docentes.uat.edu.mx

Cita del artículo: Bautista-Martínez Y, Herrera-Haro JG, Espinosa-García JA, Martínez-Castañeda FE, Vaquera-Huerta H, Morales A, Aguirre-Guzmán G (2019). Caracterización económico-productiva del sistema bovino doble propósito en tres regiones tropicales de México. ITEA-Información Técnica Económica Agraria 115(2): 134-148. <https://doi.org/10.12706/itea.2018.028>

practices and expenditures of the production process. With an analysis of variance, differences in the productive and economic variables between regions were detected and a regression analysis was used to measure the relationship of the technological adoption rate with the economic performance variables. The average milk production per cow and day was 6.47, 5.49 and 12.24 l; the technological adoption rate (0 to 21 scale) was 10.95, 9.20 and 12.24 and the production cost of one liter of milk was 0.24 €, 0.26 €, and 0.28 € in Tabasco, Chiapas and Sinaloa, respectively, differing between regions ($P < 0.05$). The most used technological components were in the feeding area, with average frequencies of 97%, 93% and 100% and the lowest frequency was presented in the reproductive area with 40%, 20% and 30% for Tabasco, Chiapas and Sinaloa, respectively. The technological adoption rate was positively related to milk production, profitability on investment and utility.

Keywords: Production cost, technological innovation, productivity, economic profitability.

Introducción

La producción de bovinos de doble propósito (DP) en regiones tropicales secas y húmedas en México, es una de las principales actividades productivas y económicas; estas regiones ocupan más de 48 millones de ha, equivalentes a 26,2% del territorio nacional y concentra 50% del inventario de bovinos nacional, que es de 32.939.529 animales productores de leche y carne (SIAP, 2017). El DP se desarrolla principalmente en áreas tropicales y se caracteriza por producir leche y carne, a base de forrajes como principal alimento y suplementación mínima; además, utiliza cruces de razas *Bos indicus* y *B. taurus* como líneas maternas y paternas (Rojo-Rubio et al., 2009; García-Martínez et al., 2015). Una de las problemáticas que destacan en este sistema son los bajos índices productivos, reproductivos y rentabilidad consecuencia de una inadecuada administración, por la carencia o uso mínimo de registros en los que se basa la toma de decisiones, así como también la ausencia de planes estratégicos para mejorar la eficiencia de las unidades de producción (UP) (Ruiz-Guevara et al., 2008). La ausencia de registros productivos y contables en la UP impide que se conozcan con exactitud los ingresos y costes de producción y se puedan definir estrategias para maximizar sus ganancias (Nava-Rosillón et al., 2009). Un esquema de administración eficiente ge-

nera información confiable de las actividades del proceso productivo, permitiendo realizar evaluaciones periódicas que conduzcan a replantear acciones para alcanzar metas económicas-productivas de corto y mediano plazo (Espinosa-García et al., 2010). Lo anterior permitirá conocer la estructura de costes de producción, el comportamiento del precio de los productos generados y el margen de ganancias o pérdidas de la empresa pecuaria. El efecto de la implementación de innovaciones tecnológicas en la producción y desempeño económico de las UP ayudará al productor a escoger las tecnologías a implementar o hacer cambios en ellas para mejorar la UP (Cuevas-Reyes et al., 2013). Algunos estudios técnico-económicos del sistema bovino DP en el trópico de Venezuela (Nava-Rosillón et al., 2009), Colombia (Cortés et al., 2012) y México (Cuevas-Reyes et al., 2013; Puebla et al., 2015), basados en encuestas, señalan que el sistema es rentable, a pesar de tener índices productivos bajos, y que el uso de tecnología permitirá aumentar los niveles de productividad y rentabilidad, y garantizará el éxito de esas empresas pecuarias. El objetivo de este estudio fue identificar las características productivas, sociales, adopción de tecnología e indicadores de desempeño económico de UP en tres regiones tropicales de México en el sistema de DP y cuantificar la relación que existe entre el índice de adopción de tecnología y los indicadores económicos.

Material y métodos

El estudio se realizó en tres áreas tropicales de México. La primera correspondió a la región central del estado de Tabasco (17°49'49" N, 93°23'29" O, 29 m de altitud, clima cálido húmedo, precipitación media mensual de 190,85 mm, lluvias abundantes en verano y temperatura media anual de 26,4 °C). La segunda fue la región costera de Chiapas (15°41'12" N, 93°12'33" O, 57 m de altitud, clima cálido sub húmedo, temperatura media anual de 28,0 °C y precipitación media mensual de 80 mm) y la tercera fue al sur del estado de Sinaloa (23°14'29" N, 106°24'35" O, 10 m de altitud, clima tropical semi húmedo, temperatura media anual de 26,0 °C y precipitación media mensual de 63 mm) (CNA, 2016). Estas tres regiones de acuerdo a sus características agroecológicas y climáticas se caracterizan por producir leche y carne bajo el sistema de doble propósito.

Los datos se obtuvieron de los registros mensuales de información socioeconómica, productiva y uso de tecnología de 30 UP, en el periodo de julio 2012 a junio 2013, con un total de 360 registros. Las UP fueron seleccionadas por muestreo aleatorio irrestricto, en un marco de muestreo de 120 UP inscritas en las asociaciones ganaderas locales y cooperantes con la adopción de cédulas de registro de información de manejo de hato, variables productivas e ingresos y egresos económicos. Cada UP representó una unidad muestreo y sus elementos fueron los animales y los productores. La información incluyó datos generales del productor y de unidad de producción, estructura del hato, prácticas tecnológicas relacionadas con la alimentación del ganado, manejo de praderas, sanitario y reproductivo, compras de insumos y ventas de productos. Con la información obtenida se generaron los indicadores siguientes:

Índice de adopción tecnológica (IAT): Basado en la metodología de Valdovinos-Terán et

al. (2015) se utilizó la información de 21 componentes tecnológicos registrados durante el periodo de estudio, agrupados en cinco áreas: a) Actividades generales de manejo, que incluyó registros técnicos y económicos, lotificación de hato, pesaje de la leche, manejo del tanque enfriador y ordeño mecánico; b) Manejo sanitario, que incluyó la desparasitación, vacunación, diagnóstico de brucelosis y tuberculosis, diagnóstico de mastitis y prácticas sanitarias en el ordeño; c) Manejo de forrajes, que consideró el ajuste de carga animal, rotación de praderas, uso de cerco eléctrico, conservación de forraje en silos y henificado; d) Alimentación, que incluyó la suplementación con dietas balanceadas, suplementación con forrajes conservados y mineral; e) Reproducción y genética, que incluyó la práctica de inseminación artificial y diagnóstico de gestación. Se designó un valor de 0 si el productor no realiza la actividad, 0,5 si la realiza de forma inadecuada y 1 si la aplica en forma apropiada. El resultado del índice de adopción fue la suma aritmética de los componentes tecnológicos que aplica el productor de los 21 componentes.

Se midió la frecuencia de uso de los 21 componentes tecnológicos por región, de las cinco áreas (actividades generales de manejo, manejo sanitario, forrajes, alimentación, reproducción y genética).

La producción promedio diaria de leche fue calculada dividiendo la producción total mensual de leche entre el número de vacas en ordeño y el número de días por mes.

Por otra parte, la base para generar indicadores de desempeño económico de una empresa requiere del registro permanente de información. Existe una gran cantidad de indicadores, sin embargo, en este estudio se calcularon los de relevancia para la empresa pecuaria de acuerdo a Espinosa-García et al. (2010), que fueron: a) Costes totales de producción, constituidos por la suma de los cos-

tes variables y fijos. b) Costes variables, fueron la suma aritmética de los egresos por conceptos: mano de obra, insumos alimenticios, medicamentos, inseminación artificial, combustibles, servicios, mantenimiento y otros gastos. c) Costes fijos, que incluyeron la depreciación de los activos que se utilizan únicamente para la actividad ganadera (corrales, ganado, ordeñadora). Cada activo se adecuó lo más posible a los años de vida útil, de acuerdo al valor comercial y estado físico en los que se encontraron en la UP. También se consideró el coste de administración de un 3% de los ingresos brutos por la venta de productos generados, en los casos que no se tenía contratado un administrador en la unidad de producción. d) Ingreso total estimado, obtenido de la suma aritmética de los ingresos por venta de leche, becerros y los ingresos potenciales (animales que nacieron en el periodo analizado y que no se habían vendido al momento de concluir el periodo de análisis). e) Coste unitario de producción de leche y de carne, se aplicó el método de prorrateo en el cual se distribuyen los costes totales anuales de la UP, de acuerdo a la proporción porcentual con que incide el valor de la venta de cada producto en el valor total anual de los ingresos, dividiendo los resultados entre los litros de leche y becerros producidos. f) Utilidad, que se refiere a la ganancia monetaria de la empresa pecuaria durante el periodo de análisis y se calcula como la diferencia entre los ingresos totales menos los costes totales. g) Relación beneficio-coste, se calculó dividiendo los ingresos totales del periodo entre los costes totales de producción. h) punto de equilibrio económico (PEE) e i) punto de equilibrio productivo (PEP) con las siguientes fórmulas:

$$PEE = \frac{\text{Costes fijos totales}}{1 - \frac{\text{Coste variable unitario}}{\text{Precio de venta unitario}}}$$

$$PEP = \frac{PEE}{\text{Precio de venta unitario}}$$

Para el análisis económico se consideró el tipo de cambio de venta MXN – EUR durante junio del 2012 a julio del 2013, que fue 13,44 \$ y 12,93 \$, respectivamente, de acuerdo con datos del Banco de México, utilizándose el promedio (12,88 \$) para transformar los pesos a euros.

Las características socioeconómicas y de producción fueron analizadas usando estadística descriptiva: media, frecuencias y porcentajes; mientras que los indicadores productivos, económicos e IAT se analizaron mediante un análisis de varianza basado en un modelo de un solo criterio de clasificación. Las medias fueron comparadas con la prueba de Tukey ($P < 0,05$). Se realizaron análisis de regresión simple para evaluar la relación del IAT con la producción promedio de leche (PPL), coste de un litro de leche (CLECH), coste de producir un becerro (CBEC), relación beneficio-coste (B/C), utilidad por litro de leche (ULECH), utilidad por becerro (UBEC) y la rentabilidad sobre la inversión total (R/I).

Resultados y discusión

Características socioeconómicas

La edad promedio de los productores coincidió con lo reportado en otros estudios realizados en estados de la República Mexicana como Guanajuato (Vélez *et al.*, 2013), Veracruz (Valdovinos-Terán *et al.*, 2015) y Sinaloa (Cuevas-Reyes *et al.*, 2013) quienes reportaron edades de 49 y 50 años (Tabla 1). Esto refleja que en general los productores son de edad avanzada. Gómez-Castro *et al.* (2002) atribuyen este comportamiento a que la gente joven emigra a las zonas urbanas en busca de oportunidades de trabajo, lo que ha generado un bajo relevo generacional en esta actividad y en algunas regiones del trópico seco el abandono de la actividad ganadera (Nájera-Garduño *et al.*, 2016).

Tabla 1. Características socioeconómicas de unidades de producción del doble propósito en tres regiones tropicales de México.
 Table 1. Socioeconomic characteristics of dual purpose cattle in farms in three tropical regions of Mexico.

Variable	Tabasco				Chiapas				Sinaloa			
	n	\bar{Y}	DE	CV	n	\bar{Y}	DE	CV	n	\bar{Y}	DE	CV
Edad del productor (años)	10	51,70	10,34	20,01	10	47,70	11,76	24,66	10	50,30	8,49	16,89
Escolaridad (años)	10	9,90	4,62	46,76	10	11,40	5,73	50,33	10	9,30	4,71	50,70
Tamaño de la unidad de producción (ha)	10	55,30	27,19	49,18	10	142,00	125,56	88,42	10	89,80	80,13	89,24
Mano de obra familiar permanente (UTA)	10	2,20	1,13	51,60	10	3,80	3,15	83,03	10	3,00	2,30	76,98
Mano de obra contratada permanente (UTA)	10	0,85	0,12	15,18	10	0,82	0,12	14,63	10	0,85	0,12	15,18
Mano de obra contratada temporal (UTA)	10	0,17	0,16	96,42	10	0,22	0,21	97,28	10	0,17	0,20	117,61
Distancia a la comunidad más cercana (km)	10	2,20	1,93	87,20	10	1,90	0,99	52,33	10	2,10	0,99	47,35
Ingreso de la actividad ganadera (%)	10	75,50	30,95	40,99	10	73,20	26,31	35,94	10	87,50	26,79	30,62

n: Número de unidades de producción; \bar{Y} : Media; DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación; UTA: Unidades de trabajo al año.

En promedio los productores estudiaron hasta la secundaria (Tabla 1). En los estados de Guanajuato (Vélez et al., 2013), Sinaloa (Cuevas-Reyes et al., 2013) y Estado de México (Rojo-Rubio et al., 2009) se reportan en promedio nueve años de educación formal, correspondiente a la educación básica. El grado educativo del productor influye positivamente en la adopción y uso de innovaciones tecnológicas en las UP, lo que mejora la producción y desempeño económico de estas (Velasco-Fuenmayor et al., 2009).

El tamaño promedio de las UP varió de 55 a 142 ha (Tabla 1). De acuerdo con Rojo-Rubio et al. (2009), las UP en el sistema de DP se caracterizan por tener grandes extensiones de terrenos para pastorear a los animales. Productores con extensiones pequeñas de pastoreo se inclinan por adoptar innovaciones tecnológicas relacionadas con el manejo de praderas, para prevenir la escasez de forraje durante la época de seca, haciendo un uso sustentable de sus praderas y de esta forma buscan aumentar las variables productivas y consecuentemente mejorar el desempeño económico de las UP (Cuevas-Reyes et al., 2013).

En las UP de las tres regiones combinan mano de obra permanente y temporal (Tabla 1). La mano de obra familiar permanente varió de 2,20 a 3,80 UTA (unidades de trabajo año), mientras que la mano de obra contratada permanente de 0,82 a 0,85 UTA. Un alto uso de la mano de obra familiar es una característica que distingue al sistema de doble propósito y tiene la ventaja de influir positivamente en la rentabilidad de las UP (Posadas-Domínguez et al., 2014).

Los ingresos de los productores dedicados a la actividad ganadera fueron mayores que aquellos obtenidos de otras actividades (empleados o comerciantes) (Tabla 1). En otras regiones productores bajo el mismo sistema de DP también tienen ingresos por llevar a cabo otras actividades diferentes a la gana-

dera, aunque estos representan un mayor porcentaje de ingresos respecto al total (Vélez et al., 2013).

Estructura del hato

La composición del hato fue heterogénea entre las UP de las tres regiones (Tabla 2), su estructura varió con el tamaño de estas. El tamaño de hato es un factor que influye en la adopción de tecnología; productores con hatos grandes adoptan innovaciones tecnológicas más rápido que los que tienen hatos pequeños (Velasco-Fuenmayor et al., 2009). Este efecto puede deberse a que productores que tienen un inventario mayor de animales buscan alternativas para disminuir los costes de producción, principalmente las relacionadas con la alimentación, que representan el mayor gasto de los costes variables (Tabla 4), con el objetivo de mejorar el desempeño económico de las UP.

Indicadores económicos

Las UP en los tres estados tuvieron mayores ingresos por venta de leche respecto a la de becerros (Tabla 3). En estados del trópico mexicano y áreas tropicales de países como Venezuela reportaron el mismo comportamiento, cuyos ingresos por venta de leche fueron del 64 al 89 % respecto a los ingresos totales (Zárate-Martínez et al., 2010; Orantes-Zebadúa et al., 2014). La producción de leche en el sistema de doble propósito es importante, por el porcentaje de ingresos que se obtienen por la venta de este producto, por ello, representa una alternativa para mejorar la rentabilidad de las UP, mediante la utilización eficiente de los recursos disponibles para la producción.

Por otra parte, de los costes totales de producción, los costes variables fueron mayores que los costes fijos en las tres regiones (Tabla 3 y 4). Estos resultados concuerdan con Urda-

Tabla 2. Estructura del hato de unidades de producción en el sistema de doble propósito en tres regiones tropicales de México.
 Table 2. Farms herd structure of dual purpose cattle in three tropical regions of Mexico.

Variable	Tabasco				Chiapas				Sinaloa			
	n	\bar{Y}	DE(S)	CV	n	\bar{Y}	DE(S)	CV	n	\bar{Y}	DE(S)	CV
Vacas en producción	10	52,40	18,39	35,09	10	67,00	46,06	68,74	10	71,00	37,83	53,28
Vacas secas	10	22,50	13,45	59,78	10	19,60	12,58	64,23	10	14,80	9,98	67,47
Vaquillas	10	20,40	12,44	61,01	10	26,50	26,05	98,32	10	12,40	10,06	81,19
Becerras	10	13,30	6,32	47,55	10	18,70	12,42	66,45	10	6,40	4,59	71,86
Becerras	10	16,80	8,10	48,25	10	19,00	12,21	64,26	10	7,50	4,42	59,04
Sementales	10	2,50	1,08	43,20	10	2,90	1,79	61,79	10	2,10	1,66	79,20

n: Número de unidades de producción; \bar{Y} : Media; DE: Desviación estándar; CV: Coeficiente de variación; Vacas en producción: 29-80 meses; Vacas secas: 45-70 meses; Vaquillas: 18-28 meses; Becerras: 6-8 meses; Becerras: 6-8 meses; Sementales: 24-120 meses.

neta et al. (2004) y Nava-Rosillón et al. (2009) quienes reportaron una proporción de costes variables del 63,2% al 78,3% respecto a los costes totales de producción. Realizar un mayor gasto por costes variables significa que los productores gastan más dinero en insumos requeridos para realizar el proceso productivo, tales como la alimentación (Nava-Rosillón et al., 2009). Un menor gasto en los costes fijos representa una ventaja para los sistemas de producción de doble propósito, ya que a medida que los costes fijos son mayores el punto de equilibrio es más elevado y la empresa pecuaria requiere de un mayor volumen de producción para cubrir los costes totales. Del total de los costes variables, la alimentación representó el gasto mayor, seguido por la mano de obra (Tabla 3 y 4). Una menor proporción de los costes variables fue representada por los gastos en medicamentos, agroquímicos, fertilizantes, agua, luz, teléfono, combustible y otros. Estos resultados propician que los productores busquen alternativas tecnológicas y de aplicación en el área de alimentación del ganado como primera prioridad (Cuevas-Reyes et al., 2013; Pereira-Lima et al., 2015).

Respecto al IAT se encontraron diferencias entre estados ($P \leq 0,01$). Las UP de Sinaloa presentaron un mayor IAT, seguido por Tabasco y Chiapas (Tabla 4). Estas diferencias pueden ser explicadas por diferencias en la precipitación entre regiones, ya que los productores de Sinaloa se ubican en una región del trópico seco, con menor precipitación en el transcurso del año comparado con las otras regiones ubicadas en el trópico húmedo. En la época seca la disponibilidad de forraje es menor en estas áreas y los productores tienen una mayor necesidad de buscar alternativas tecnológicas en el área de alimentación y manejo de forrajes como prioridad. Cuevas-Reyes et al. (2013) mencionan que los productores del DP en el estado de Sinaloa al obtener resultados favorables en la desnutrición

Tabla 3. Ingresos y costes de producción por vaca-hato del sistema de doble propósito en tres regiones tropicales de México.

Table 3. Income and production costs for cow-herd of dual purpose cattle in three tropical regions of Mexico.

	Tabasco	Chiapas	Sinaloa	Sig.
Producción				
Producción promedio de leche por (vaca/año/l)	1640,78 ^b	1545,11 ^b	3683,36 ^a	**
Producción promedio anual de becerros (vaca/año)	0,20	0,22	0,31	ns
Ingresos				
Ingresos por venta de leche (€/vaca/año)	459,42 ^b	478,98 ^b	1252,34 ^a	**
Ingresos por venta de becerros (€/vaca/año)	75,11	76,89	112,20	ns
Ingresos potenciales por productos no vendidos (€/vaca/año)	1,26 ^a	23,58 ^b	2,71 ^b	**
Ingreso total (€/vaca/año)	595,79 ^b	579,45 ^b	1367,26 ^a	**
Costes variables				
Mano de obra (€/vaca/año)	138,44	110,08	128,12	ns
Insumos alimenticios (€/vaca/año)	192,32 ^b	227,12 ^b	754,84 ^a	**
Medicamentos (€/vaca/año)	18,30	9,21	30,37	ns
Agroquímicos y fertilizantes (€/vaca/año)	4,55 ^b	7,51 ^b	16,47 ^a	*
Servicios (agua, luz, teléfono) (€/vaca/año)	4,36	6,42	11,03	ns
Combustibles (€/vaca/año)	30,98	14,02	14,25	ns
Otros gastos (€/vaca/año)	0,97 ^b	2,69 ^b	23,59 ^a	**
Total de costes variables (€/vaca/año)	389,91 ^b	377,06 ^b	978,67 ^a	**
Costes fijos				
Depreciación (€/vaca/año)	90,93	80,44	85,75	ns
Administración (€/vaca/año)	17,87 ^b	17,38 ^b	41,02 ^a	*
Total de costes fijos (€/vaca/año)	108,80 ^{ab}	97,83 ^b	126,77 ^a	*
Costes totales de producción (€/vaca/año)	498,72 ^b	479,89 ^b	1105,44 ^a	**

Sig.: Nivel de significación; €: Euro; l: Litros. ^{a,b} Distintas letras en una fila indican diferencias ($P < 0,05$).

del ganado a causa de la adopción de tecnologías en el área de alimentación, manejo de ganado y forrajes, han incursionado en la adopción de tecnologías en otras áreas.

La producción promedio diaria de leche presentó diferencias entre estados ($P < 0,01$), las UP de Sinaloa presentaron el promedio más alto seguido por Tabasco y Chiapas (Ta-

bla 4). En el sistema de DP se reportan producciones promedio de leche por vaca y día de 4,48 a 6,0 l en el estado de Chiapas (Gómez-Castro *et al.*, 2002; Orantes-Zebadúa *et al.*, 2014), y de 4,2 a 11,3 l en Tabasco (Pérez *et al.*, 2001). La producción de leche depende de diversos factores tales como tamaño del ható, asesoría técnica (Camacho-Vera *et al.*,

Tabla 4. Indicadores económicos y tecnológicos del sistema de doble propósito en tres regiones de México.
 Table 4. *Economic indicators and technology of dual purpose cattle in three tropical regions of Mexico.*

Indicadores económicos	n	Tabasco	Chiapas	Sinaloa	Sig.
Índice de adopción tecnológica	30	10,95 ^a	9,20 ^a	14,05 ^b	***
Ingresos totales (€)	30	44624,65 ^b	50180,25 ^b	117310,75 ^a	**
Costes totales (€)	30	37353,78 ^b	41125,36 ^b	94846,90 ^a	**
Utilidad (€)	30	32765,27 ^a	9054,89 ^b	22463,84 ^a	**
Relación beneficio-coste	30	1,18	1,20	1,24	ns
Coste de un litro de leche (€)	30	0,24 ^a	0,26 ^b	0,28 ^c	***
Coste de un becerro (€)	27	323,54	281,99	297,52	ns
Precio promedio pagado al productor por litro de leche (€)	30	0,28 ^a	0,31 ^b	0,34 ^c	***
Precio promedio pagado al productor por becerro (€)	30	380,19	342,35	365,04	ns
Utilidad por un litro de leche (€)	30	0,04 ^a	0,05 ^{ab}	0,06 ^b	***
Utilidad por producir un becerro (€)	27	56,65	60,36	67,52	ns
Punto de equilibrio de leche (€)	30	14311,14	15148,45	27269,49	ns
Punto de equilibrio de becerros (€)	30	3114,61	2871,10	2705,76	ns
Punto de equilibrio en leche (L)	30	48005,64	47407,54	75581,97	ns
Punto de equilibrio en becerros (becerros)	30	8,37	8,22	7,08	ns

n: Número de unidades de producción; Sig.: Nivel de significación; (€): Euro. ^{a,b} Distintas letras en una fila indican diferencias (P < 0,05).

2017), alimentación, raza e índice de adopción de tecnología (Cuevas-Reyes et al., 2013; Vélez et al., 2013). Una mayor producción de leche en UP del estado Sinaloa puede ser debido a que estos productores tienen un mayor índice de adopción de tecnologías (Tabla 4) respecto a Chiapas y Tabasco.

La relación beneficio-coste indica cuánto se gana por cada euro que gastan en promedio los productores de Sinaloa, Chiapas y Tabasco; estimando una ganancia de 24, 20 y 18 céntimos respectivamente por cada euro gastado (Tabla 4). Estas relaciones son mayores a las de 11 a 16 céntimos reportadas en otras áreas tropicales de México (Juárez-Barrientos et al., 2015). La relación beneficio-coste variará entre UP porque depende de las utilidades generadas y de los costes totales de producción. De acuerdo a las relaciones de beneficio-coste obtenidas en este estudio, estas son superiores a la tasa de interés que recibiría el productor si guardara su dinero a plazo fijo en cualquier Banco de México (BM, 2018). Por lo tanto, les es más conveniente invertir su dinero en la actividad agropecuaria y contribuir de esta manera a la producción de alimentos básicos.

Respecto al coste de producción de un becerro no se encontraron diferencias entre regiones, sin embargo, sí hubo diferencias en el coste de producción de un litro de leche ($P \leq 0,01$), ya que los productores de Sinaloa tuvieron costes mayores respecto a Tabasco y Chiapas (Tabla 4). Los costes de producción dependerán de la cantidad y precios de los insumos utilizados en el proceso productivo. En áreas tropicales del estado de México se han reportado costes de 0,30 € (Albarrán-Portillo et al., 2015), de 0,22 € a 0,30 € en Veracruz (Ruiz-Guevara et al., 2008; Zárate-Martínez et al., 2010) y 0,21 € en Tabasco (Granados-Zurita et al., 2011). En este estudio, el mayor coste se debió principalmente a que productores de Sinaloa hacen un mayor gasto en la compra de alimentos para suplementación e

inversión en adopción de prácticas tecnológicas respecto a Chiapas y Tabasco. El uso de alimentos concentrados aumenta los costes de producción de leche, en Colombia, UP basadas en el sistema de pastoreo reportan costes de producción de 0,09 € por litro de leche (Botero y Rodríguez, 2006) mientras que Lerdon et al. (2014), en Chile, reportan costes de 0,12 € a 0,25 € donde productores combinan el pastoreo con diferentes fuentes de suplementación tales como; ensilado, heno, minerales y concentrados.

El punto de equilibrio ocurre cuando los ingresos son iguales a los costes de producción, es decir no existen ganancias ni pérdidas. El punto de equilibrio económico y productivo fue mayor en productores de Sinaloa respecto a Chiapas y Tabasco. Esto se explica porque los costes totales y por el mayor coste de producción de un litro de leche y becerro en esta región, lo que ocasiona que tengan que producir mayor cantidad de leche y becerros para recuperar sus costes de producción y empezar a generar ganancias.

Uso de componentes tecnológicos

En el área de actividades de manejo, el porcentaje promedio del uso de los seis componentes tecnológicos fue del 95% en Sinaloa, 60% en Tabasco y 58,3% en Chiapas. Los componentes de mayor uso en los tres estados fueron: pesaje de la leche y lotificación de hato con un porcentaje de uso del 90% en las tres regiones. Respecto al componente registros técnicos y económicos, Tabasco y Chiapas tuvieron un 40% mientras que Sinaloa presentó un promedio del 90%. Esto explica por qué los productores de Sinaloa tuvieron mejores índices económicos respecto a Chiapas y Tabasco, ya que el uso de estos permiten planear las actividades de las UP en base a sus necesidades y disponibilidad de recursos para utilizarlos de manera eficiente, además de evaluar las diferentes actividades realizadas y

hacer los cambios necesarios en el manejo de estas (Valdovinos-Terán et al., 2015).

Los componentes tecnológicos que destacaron en el área de manejo sanitario fueron la desparasitación y vacunación con el 100% de uso en los tres estados, y un promedio de uso de los cuatro componentes tecnológicos del 84% en Sinaloa, 82% en Tabasco y 66% en Chiapas, respectivamente. El uso de los componentes tecnológicos de las actividades de manejo sanitario es importante porque ayuda a evitar o reducir el riesgo de enfermedades en el hato y evitar disminuir la producción por la presencia de enfermedades (Trujillo et al., 2011), lo cual tiene un impacto económico porque al haber presencia de enfermedades, hay pérdidas económicas por muerte de animales, disminuye la producción de leche y hay ganancias de peso en animales en crecimiento, lo que ocasiona mayores gastos en alimentación al aumentar el periodo de engorde y compra de medicamentos para el control o corrección de enfermedades (Romero et al., 1999).

El área de manejo de forrajes presentó un uso promedio de sus cinco componentes del 56% en Sinaloa, 52% en Chiapas y el 38% en Tabasco. El componente de mayor uso en los tres estados fue la rotación de praderas, con porcentajes de uso del 90%, 70% y 80% para Tabasco, Chiapas y Sinaloa, respectivamente. Una mayor utilidad en la producción de leche y becerros en productores de Sinaloa puede ser ocasionada por hacer un mayor uso de los componentes de manejo de forrajes respecto a Tabasco y Chiapas, ya que los costes de alimentación disminuyen al adoptar tecnología relacionada con el manejo de forrajes, porque aumenta el rendimiento y calidad de estos, incrementando la producción de leche y carne por hectárea en animales es pastoreo (Vazquez y Smith, 2000).

Los componentes tecnológicos en el área de alimentación son los que se realizaron con mayor frecuencia en los tres estados, con por-

centajes promedio de uso de los componentes del 96,6%, 93,3% y 100% en Tabasco, Chiapas y Sinaloa, respectivamente. La suplementación con dietas balanceadas y minerales fue la que se efectuó en un 100% en los tres estados; los productores se inclinaron por adoptar y realizar actividades relacionadas con la alimentación del ganado, ya que estas tienen un impacto positivo sobre las variables productivas a corto plazo y los productores optan por adoptar tecnologías que tengan un efecto en menor tiempo sobre las variables productivas y se vea reflejado en sus ingresos económicos (Cuevas-Reyes et al., 2013).

El uso de los componentes tecnológicos en el área de reproducción fueron las que se realizaron con menor frecuencia, con promedios de uso del 20% en Chiapas y 30% en Tabasco y Sinaloa, respectivamente. El componente de inseminación artificial fue el que menos se realizó con promedios de uso del 10%, 20% y 30% en Chiapas, Tabasco y Sinaloa, respectivamente. El mismo comportamiento es reportado por Valdovinos-Terán et al. (2015) en el estado de Veracruz, quienes señalan que el mejoramiento genético en base a la inseminación artificial como método reproductivo en el DP no es el adecuado para incrementar la producción de leche. En otros países como Colombia el uso de esta tecnología no es utilizada de manera práctica por los productores, por la logística requerida, costes, falta de capacitación y desconocimiento de los productores (Giraldo-Giraldo, 2007).

El análisis de regresión simple indicó que el 66,6% de la producción de leche es explicada por el índice de adopción de tecnología ($P < 0,05$) (Tabla 5), evidenciando que el incremento en una unidad en el IAT ocasiona un incremento promedio de 1,05 l de leche por vaca por día. Lo anterior coincide con lo informado por Cuevas-Reyes et al. (2013) y Vélez et al. (2013), quienes reportaron que la adopción de tecnología se refleja en incrementos en las variables productivas, por ello,

se puede concluir que un mayor IAT ocasionará beneficios en la producción de leche y carne porque permiten hacer un uso eficiente de los recursos disponibles y de las nuevas adopciones de tecnología que se implementa en la UP.

El IAT explica únicamente el 16,9% del coste de producir un litro de leche ($P < 0,05$), lo que supone un coeficiente de determinación bajo. Sin embargo, este índice explica el 31,4% ($P < 0,05$) del precio de venta de leche, lo cual se refleja en un incremento en 0,061 céntimos por cada unidad adicional en el índice de tecnología y por ende esto ocasionará un aumento en las utilidades por venta de leche y becerros ($P < 0,05$) (Tabla 5). Por lo tanto, existe una tendencia de obtener mejoras económicas para los productores por la aplicación de innovaciones tecnológicas.

La rentabilidad sobre la inversión fue explicada en un 38,3% por IAT y en promedio esta incrementó en 1,34% al aumentar en una unidad el IAT ($P < 0,05$) (Tabla 5), lo cual explica porque Sinaloa tuvo una mayor rentabilidad sobre la inversión respecto a Chiapas y Tabasco, ya que los productores de este estado tuvieron en promedio un mayor IAT. En este sentido, Cuevas-Reyes *et al.* (2013) señalan que las UP que implementan innovaciones tecnológicas tienen mayores ingresos por un incremento en la producción de leche y becerros, mejorando así su rentabilidad. La aplicación de nuevas tecnologías relacionadas con la actividad productiva sirve para lograr un incremento en el uso de nuevas tecnologías apropiadas para los productores y los resultados de la adopción de estas se reflejen en mayores ganancias económicas de las UP (Vélez *et al.*, 2013; Cuevas-Reyes *et al.*, 2016).

Tabla 5. Resumen de los modelos de regresión.
Table 5. Summary of regression models.

	Parámetro estimado	Error estándar	Sig.
Intercepto	-3,6	1,65	**
Índice de adopción de tecnología	1,05	0,14	***
R ²	66,6		
Intercepto	3,81	0,27	***
Coste de producción leche (l)	3,05	0,02	**
R ²	16,9		
Intercepto	4,21	0,33	***
Precio de venta leche (l)	0,10	0,02	***
R ²	31,4		
Intercepto	-7,88	3,77	**
Rentabilidad	1,34	0,32	***
R ²	38,3		

Sig.: Nivel de significación; R²: Coeficiente de determinación.

Conclusiones

En las regiones de estudio, se desarrolla un sistema de producción de bovinos DP con variabilidad en sus características sociales, estructura y tamaño de las UP. Los ingresos principales son por la venta de leche y becerros. Mientras que los mayores egresos son por costes de alimentación del ganado y mano de obra; lo cual es una ventaja porque pertenecen a los costes variables que están relacionados con el volumen de producción, de tal forma que si en la empresa pecuaria en un momento deja de producir carne o leche solo se tendrían que cubrir los costes fijos que representan una menor cantidad en relación a los costes totales.

Las prácticas relacionadas con el manejo reproductivo son las que se realizan con menor frecuencia en las UP, el fomento en la aplicación y adopción de las tecnologías relacionadas con esta área, podría ser una alternativa para mejorar las variables productivas del DP a largo plazo.

El uso y adopción de tecnología tiene beneficios económicos para estas UP, ya que fomenta la producción y mejora sus indicadores económicos, principalmente la rentabilidad sobre la inversión.

La información obtenida en este estudio es útil para los creadores, promotores y extensionistas de programas de adopción de tecnología, para el desarrollo de los sistemas de producción de leche y carne en áreas tropicales. Para que las tecnologías que se promuevan o se les brinda un mayor recurso para su difusión sean las que mayor impacto tengan a corto plazo sobre las variables productivas e indicadores económicos tales como las relacionados con el manejo en la alimentación, forrajes y sanidad, ya que son las principales razones porque los productores se incentivan a adoptarlas.

Referencias bibliográficas

- Albarrán-Portillo B, Rebollar-Rebollar S, García-Martínez A, Rojo-Rubio R, Avilés-Nova F, Arriaga-Jordán CM (2015). Socioeconomic and productive characterization of dual-purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 47(3): 519-523.
- Botero L, Rodríguez D (2006). Costo de producción de un litro de leche en una ganadería de el sistema doble propósito, Magangué, Bolívar. *Revista MVZ Córdoba* 11(2): 806-815.
- BM (2018). Banco de México. Disponible en: <http://www.banxico.org.mx> (Consultado: junio 2018).
- Camacho-Vera JH, Cervantes-Escoto F, Palacios-Rangel MI (2017). Factores determinantes del rendimiento en unidades de producción de lechería familiar. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8(1): 23-29.
- Cortés JA, Cotes A, Cotes JM (2012). Características estructurales del sistema de producción con bovinos doble propósito en el trópico húmedo colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25(2): 229-239.
- Cuevas-Reyes V, Baca Del Moral J, Cervantes-Escoto F, Espinosa-García JA, Aguilar-Ávila J, Loaiza-Meza A (2013). Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 4(1): 31-46.
- Cuevas-Reyes V, Astengo-López E, Loaiza-Meza A, Antengo-Cazares H, Reyes-Jiménez JE, González-Gonzales D, Moreno-Gallegos T (2016). Análisis de la percepción del uso de tecnología de productores pecuarios en Sinaloa, México. *Nova Scientia* 8(16): 455.
- CNA (2016). Comisión Nacional del Agua. Disponible en: <http://smn.cna.gob.mx> (Consultado: enero 2018).
- Nájera-Garduño A, Piedra-Matias R, Albarrán-Portillo B, García-Martínez A (2016). Cambios en la ganadería doble propósito en el trópico seco del estado de México. *Agrociencia* 50: 701-710.

- Espinosa-García JA, González-Orozco TA, Luna-Estrada AA, Cuevas-Reyes V, Moctezuma-López G, Góngora-González SF, Jolalpa-Barrera JL y Vélez-Izquierdo A (2010). Administración de ranchos pecuarios con base en el uso de registros técnicos y económicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. SAGARPA. 222 p.
- García-Martínez A, Albarrán-Portillo B, Avilés-Nova F (2015). Dinámicas y tendencias de la ganadería doble propósito en el sur del Estado de México. *Agrociencia* 49: 125-139.
- Giraldo-Giraldo JJ (2007). Una mirada al uso de la inseminación artificial en bovinos. *Revista La-sallista de Investigación* 4(1): 51-57.
- Gómez-Castro H, Tewolde A, Nahed-Toral J (2002). Análisis de los sistemas ganaderos de doble propósito en el centro de Chiapas, México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 10(3): 175-183.
- Granados-Zurita L, Quiroz-Valiente J, Barrón-Arredondo M, Cruz-Pelcastre C, Jiménez-Ortiz MM (2011). Costo de Producción del litro de leche y carne en un sistema de lechería de doble propósito. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 1: 424-427.
- Juárez-Barrientos JM, Herman-Lara E, Soto-Estrada A, Ávalos-de la Cruz DA, Vilaboa-Arroniz J, Díaz-Rivera P (2015). Tipificación de sistemas de doble propósito para producción de leche en el distrito de desarrollo rural 008, Veracruz, México. *Revista Científica* 25(4): 317-323.
- Lerdon J, Miranda JC, Moreira V, Gebauer M (2014). Análisis comparativo de dos metodologías para la asignación de costos de producción de leche Bovina. Estudio de casos. *IDESIA* 32: 51-58.
- Nava-Rosillón M, Urdaneta F, Casanova A (2009). Comportamiento económico y financiero de sistemas de ganadería de doble propósito (*Taurus - Indicus*). *Revista Científica* 9(4): 356-365.
- Orantes-Zebadúa MA, Platas-Rosado D, Córdova-Avalos V, Santos-Lara MC, Córdova-Avalos A (2014). Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 1: 49-58.
- Pereira-Lima L, Mattos-Veloso C, Ferreira-da Silva F, Vieira-Pires AJ, Andrade-Teixeira F, Nunes-Nascimento PV (2015). Milk production and economic assessment of cassava bagasse in the feed of dairy cows. *Acta Scientiarum* 37(3): 307-313.
- Pérez P, Solaris F, García-Winder M, Osorio-Arce M, Gallegos-Sánchez J (2001). Comportamiento productivo y reproductivo de vacas de doble propósito en dos sistemas de amamantamiento en el trópico. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 9(2): 79-85.
- Posadas-Domínguez RR, Arriaga-Jordán CM, Martínez-Castañeda FE (2014). Contribution of family labour to the profitability and competitiveness of small-scale dairy production systems in central Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 46(1): 235-240.
- Puebla-Albiter S, Rebollar-Rebollar S, Albarrán-Portillo B, García-Martínez A y Arriaga-Jordán CM (2015). Análisis técnico económico de sistemas de bovinos doble propósito en Tejupilco, Estado de México, en la época de secas. *Investigación y Ciencia* 23(65): 13-19.
- Rojó-Rubio R, Vázquez-Armijo JF, Pérez-Hernández P, Mendoza-Martínez GD, Salem AZM, Albarrán-Portillo B, González-Reyna A, Hernández-Martínez J, Rebollar-Rebollar S, Cardoso-Jiménez D, Dorantes-Coronado EJ, Gutierrez-Cedillo JG (2009). Dual purpose cattle production in Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 41(5): 715-721.
- Romero JR, Villamil LC, Pinto JA (1999). Impacto económico de enfermedades animales en sistemas productivos en Sudamérica: estudios de caso. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties* 18(2): 498-511.
- Ruiz-Guevara C, García-Hernández LA, Ávila-Bello CH, Brunett-Pérez L (2008). Sustentabilidad financiera: el caso de una empresa ganadera de bovino de doble propósito. *Revista Mexicana de Agronegocios* 22: 503-515.
- SIAP (2013). Población Ganadera, avícola y apícola. Resumen Nacional 2001-2014. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx/repoAdvance_siap_gb/pecResumen.jsp (Consultado: febrero 2018).

- Trujillo CM, Gallego AF, Ramírez N, Palacio LG, (2011). Prevalencia de mastitis en siete hatos lecheros del oriente antioqueño. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 24:11-18.
- Urdaneta F, Materán M, Peña ME, Casanova A (2004). Tipificación tecnológica del sistema de producción con ganadería bovina de doble propósito (*Bos taurus x Bos indicus*). *Revista Científica* 14(3): 254-262.
- Valdovinos-Terán ME, Espinoza-García JA, Veléz-Izquierdo A (2015). Innovación y eficiencia de unidades bovinas de doble propósito en Veracruz. *Revista Mexicana de Agronegocios* 36: 1306-1314.
- Vazquez OP, Smith TR (2000). Factors affecting pasture intake and total dry matter intake in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 83(10): 2301-2309.
- Velasco-Fuenmayor J, Ortega-Soto L, Sánchez-Camarillo E, Urdaneta F (2009). Factores que influyen sobre el nivel tecnológico presente en las fincas ganaderas de doble propósito localizadas en el estado Zulia, Venezuela. *Revista Científica* 19: 187-195.
- Vélez A, Espinosa, JA, Omaña, JM, González TA, Quiroz J (2013). Adopción de tecnología en unidades de producción de lechería familiar en Guanajuato, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 3: 88-96.
- Zárate-Martínez JP, Esqueda-Esquivel VA, Vinay-Vadillo JC, Jácome-Maldonado SM (2010). Evaluación económico-productiva de un sistema de producción de leche en el trópico. *Agronomía Mesoamericana* 21(2): 255-265.

(Aceptado para publicación el 10 de octubre de 2018)