

Índice de desarrollo tecnológico para la clasificación y análisis multicriterio de unidades de producción: Aplicación en la ganadería bovina de doble propósito convencional *versus* orgánica

Technological Development Index for the Classification and Multicriteria Analysis of Production Units: Application in Conventional *Versus* Organic Dual-Purpose Cattle Farming

José Nahed Toral^{1*} (<https://orcid.org/0000-0003-3506-1201>)
José Manuel Palma García² (<https://orcid.org/0000-0001-6061-546X>)
José Roberto Aguilar Jiménez⁴ (<https://orcid.org/0000-0003-3826-9331>)
Daniel Grande Cano³ (<https://orcid.org/0000-0001-9419-3883>)
Ingrid Abril Valdivieso Pérez¹ (<https://orcid.org/0000-0001-8033-8666>)
Hugo Alberto Juárez Mirravete¹ (<https://orcid.org/0000-0002-4835-8912>)
Romeo Trujillo Vázquez¹ (<https://orcid.org/0000-0001-6098-1646>)
Bernardo Sánchez Muñoz⁴ (<https://orcid.org/0000-0003-2252-4203>)
Jorge Luis Ruíz Rojas⁴ (<https://orcid.org/0000-0001-9622-9149>)
Noé Samuel León Martínez¹ (<https://orcid.org/0000-0002-6882-3324>)
Manuel Roberto Parra Vázquez¹ (<https://orcid.org/0000-0002-3955-7223>)

¹Departamento de Agricultura Sociedad y Ambiente, Grupo de Agroecología, El Colegio de la Frontera Sur, Periférico Sur s/n, Barrio María Auxiliadora, CP 29290. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas

²Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Colima

³Área de Sistemas de Producción Agropecuarios, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Universidad 14 Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, Alcaldía de Iztapalapa, 1509340, Ciudad de México, México

⁴Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas, Rancho San Francisco Km. 8 Carretera Ejido Emiliano Zapata, CP 29050. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

*Autor de correspondencia: jnahed@ecosur.mx

Resumen

Con el objetivo de clasificar, comparar y analizar unidades de producción bovina convencional (UPBC, 21) y orgánica (UPBO, 21) de doble propósito, en la región Zoque de Chiapas, México, se elaboró un índice de desarrollo tec-

Abstract

In order to classify, compare and analyze conventional (CBPU, 21) and organic (OBPU, 21) dual-purpose bovine production units, in the Zoque region of Chiapas Mexico, a technological development index (TECDEI) was de-

nológico (IDETEC) basado en: I) disponibilidad de maquinaria y equipo y (II) disponibilidad de instalaciones. Las UPB se clasificaron mediante el IDETEC utilizando análisis de conglomerados. Se utilizaron indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales integrados por variables multicriterio y multinivel, examinados mediante ANDEVA y prueba de Tukey. Se identificaron cuatro tipos: (I) 14 UPBC con bajo IDETEC (UPBC-BI); (II) siete UPBC con alto IDETEC (UPBC-AI); (III) siete UPBO-BI y (IV) 14 UPBO-AI. El indicador tecnológico mostró diferencias estadísticas entre las UPBC-BI y las UPBO-AI en superficie del rancho, superficie dedicada a ganadería, pastizal con árboles dispersos, diversidad de pastos, tamaño del hato y disponibilidad de instalaciones y maquinaria. El indicador económico mostró mayor diversidad de productos vendidos en las UPBO-AI, que fueron mayores comparadas con las UPBC-BI, y ambos grupos fueron similares en peso del becerro a la venta; las UPBC-BI tuvieron menor costo total ha/año y mayor margen neto ha/año comparadas con las UPBO-AI. No hubo diferencias en las variables ambientales; mientras que en las sociales, la escolaridad fue mayor en las UPBC-AI comparadas con las UPBC-BI y UPBO-BI; la mano de obra externa contratada en las UPBO-AI fue similar a las UPBC-AI, y el ingreso total anual de la familia fue mayor en las UPBO-AI que en las UPBC-BI. De acuerdo al IDETEC, las UPBO-AI representan una alternativa sustentable en la producción bovina de doble propósito.

Palabras clave

Sustentabilidad, multidimensional, multinivel, socioecosistema, ganadería, trópico.

veloped based on: I) machinery and equipment availability and (II) facilities availability. The BPU were classified based on TECDEI using cluster analysis. Technological, economic, environmental and social indicators integrated by multicriteria and multilevel variables were used, analyzed by ANDEVA and Tukey's test. Four BPU types were identified: (I) 14 CBPU with low TECDEI (CBPU-LI); (II) seven CBPU with high TECDEI (CBPU-HI); (III) seven OBPU-LI and (IV) 14 OBPU-HI. The technological indicator showed statistical differences between CBPU-LI and OBPU-HI for the ranch area, area dedicated to livestock, pasture with scattered trees, grasses diversity, herd size and facilities and machinery availability. The economic indicator showed higher products sold in OBPU-HI compared to CBPU-LI, and both groups were similar in the calf weight for sale; the CBPU-LI had lower total cost ha/year and higher net margin ha/year compared to OBPU-HI. There were no differences in environmental variables, and in the social variables schooling was higher in CBPU-HI compared to CBPU-LI and OBPU-LI; the external labor hired in OBPU-HI was similar to CBPU-HI, and total family annual income was higher in OBPU-HI than CBPU-LI. According to TECDEI, OBPU-HI represent a sustainable alternative in dual-purpose bovine production.

Keywords

Sustainability, multidimensional, multilevel, socio-ecosystem, livestock, tropic.

Introducción

La ganadería bovina tropical de doble propósito en México, y en el caso particular de Chiapas, se caracteriza por tener sistemas de producción poco tecnificados, asociados a

condiciones específicas agroclimáticas en donde las pasturas con distintas especies, diferente productividad primaria y diversa calidad son las principales fuentes de alimentación, por lo que en general se obtiene pobre desempeño productivo, que además del intermediarismo en los circuitos de comercialización, conducen a bajos ingresos económicos (Calderón *et al.*, 2012). Así también, la ganadería convencional presenta bajos indicadores de desarrollo tecnológico, escasa inversión asociada a una ganadería familiar con infraestructura precaria, incipiente, básica, carente de asesoría técnica y pobre integración en la cadena de valor (Nahed *et al.*, 2013a).

Es necesario hacer compatible la ganadería con la reducción de los gases de efecto invernadero (GEI) (Gerber *et al.*, 2013; Pezo, 2019) y preservar los recursos agroecológicos (aire, tierra, agua, cubierta vegetal), así como permitir estrategias de colaboración justa y equitativa entre los diferentes sectores involucrados (Truitt y Zeigler, 2014) para que se favorezca la inclusión social con respeto a la cultura. Todo ello en un escenario que se fortalezca el desarrollo tecnológico sostenible de la producción pecuaria familiar, relevante por el aporte de alimentos que realizan y por su importancia social (Díaz y Valencia, 2014), principalmente en lo que se refiere a seguridad alimentaria.

Para ello, se considera a la técnica y al desarrollo tecnológico agrícola y ganadero como un medio por el cual las comunidades humanas utilizan efectivamente los recursos disponibles para alcanzar ciertos fines (Parra, 2012; Guevara y Rodríguez, 2011), por ejemplo, mejorar la cantidad y la calidad de los productos de origen animal. Mediante el enfoque de sistemas, el investigador intenta incorporar en sus estudios todos los elementos que influyen sobre una decisión o una respuesta, sobre la comprensión de un fenómeno dentro de límites definidos (Morley, 1979). De hecho, los sistemas agropecuarios son esencialmente colecciones de técnicas para modificar el ambiente del suelo, las plantas y los animales (Wilken, 1987), como componentes de los sistemas de producción.

El diseño o adecuación de un sistema agropecuario que esté tan adaptado como una comunidad ecológica natural a su ambiente es el objetivo básico del agricultor, esta es la principal preocupación de los granjeros a través de la mayor parte de la historia humana (Danhof, 1969). De ahí surge la importancia de considerar el grado de desarrollo tecnológico de los sistemas de producción de rumiantes para clasificarlos y posteriormente hacer un análisis integral o multicriterio para su comprensión.

En este artículo, el grado de desarrollo tecnológico de las unidades de producción bovina está sustentado en el enfoque multicriterio basado en agregación y ponderación de la información (Falconi y Burbano, 2004; Munda *et al.*, 1994; Munda, 2004) como una herramienta para: i) comprender limitaciones, potencialidades y oportunidades de las unidades de producción en un contexto económico y social particular, y ii) operar la toma de decisiones para su mejoramiento. Este enfoque es pobremente abordado en el trópico mexicano en la ganadería bovina de doble propósito para mejorar su desarrollo.

Por otra parte, la ganadería orgánica, ecológica o biológica es definida como aquella que se basa en los principios de salud, equidad, precaución, responsabilidad y sustentabilidad. Permite el desarrollo de sistemas de producción animal basados en el pastoreo donde se integra el ciclo clima-suelo-planta-animal, conserva el entorno ambiental y la

biodiversidad, favorece el bienestar animal, evita el empleo de sustancias de síntesis química y ofrece a los consumidores alimentos de origen animal de alta calidad organoléptica, nutritiva e higiénico-sanitaria (Eyhorn *et al.*, 2017). Es una estrategia de producción limpia que permite enfrentar los problemas sociales, económicos y de calidad e inocuidad de los productos de origen animal, así como los problemas ambientales generados por la ganadería extensiva tropical (Nahed *et al.*, 2012).

Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación fue instrumentar y aplicar un índice de desarrollo tecnológico (INDETEC) para clasificar, comparar y analizar grupos de unidades de producción bovina (UPB) de doble propósito: convencional y orgánica, mediante análisis multicriterio (variables tecnológicas, económicas, sociales y ambientales), en la región Zoque de Chiapas, México.

Materiales y métodos

Marco muestral, obtención y sistematización de la información

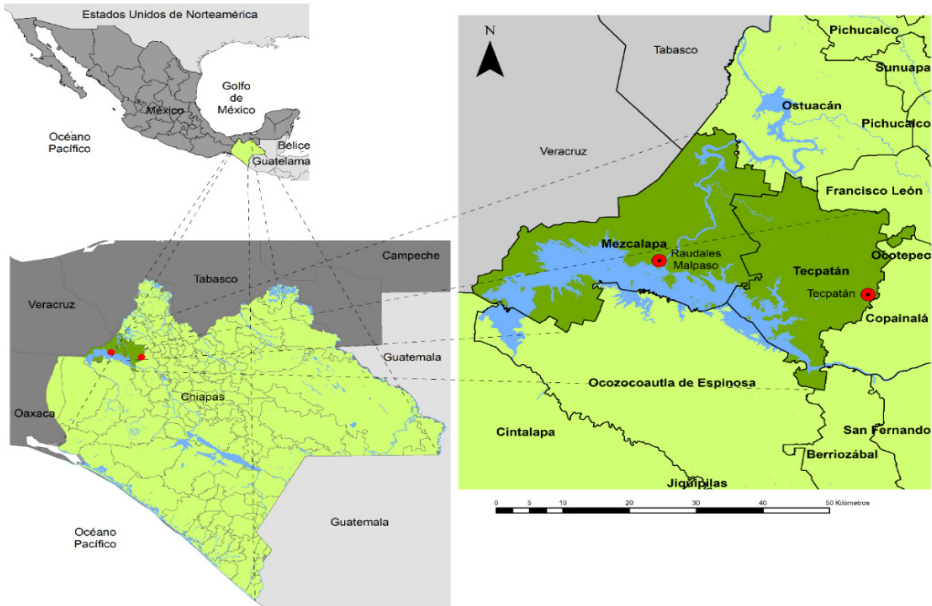
La investigación se desarrolló durante el período de febrero a julio de 2019. El estudio se realizó con 42 productores de ganado bovino del nuevo municipio de Mezcalapa —que antes de 2011 pertenecía al municipio de Tecpatán, Chiapas— (figura 1), pertenecientes al grupo Malpaso (o Sociedad de Producción Rural Malpaso) y conformado por un total de 103 productores. De ellos, se incluyó el total (100%) de productores que practican la ganadería orgánica certificada y 21 a la ganadería convencional, con la finalidad de captar la variabilidad de condiciones y características de los sistemas de producción bovina en la región de estudio.

Se aplicaron entrevistas semiestructuradas (Vela, 2001) a los productores para obtener información multicriterio de diversas variables de indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales y multinivel —variables de la UPB, del sistema de producción bovina (SPB) y de los componentes del sistema de producción bovina (CSPB)—. Cabe mencionar que algunos elementos del manejo zootécnico de la ganadería bovina de doble propósito como el ordeño de tipo manual, amamantamiento de cría al momento de la ordeña, alimentación en pastoreo, monta directa con escaso control, selección de vaquillas para el reemplazo de vacas para el ordeño y venta de leche a bordo del rancho, no se consideraron para la clasificación dado que son homogéneos en la gran mayoría de unidades de producción ganaderas de la región.

La información obtenida de las entrevistas semiestructuradas y por observación directa en la unidad de producción ganadera fue sistematizada en una base de datos en el programa Excel.

Figura 1

Localización de la zona de estudio (municipios de Tecpatán y Mezcalapa, pertenecientes a la región Zoque de Chiapas)



Elaboración del IDETEC y su aplicación para la clasificación de las UPB

Para clasificar las UPB se instrumentó el IDETEC, los indicadores que lo integran son: (I) posesión de maquinaria y equipo (grado) compuesto por seis variables (cuadro 1) y (II) posesión de instalaciones (grado) integrado por siete variables (cuadro 2). En los cuadros 1 y 2 se presentan los indicadores, sus variables y las características evaluadas para obtener el IDETEC. El valor de cada indicador es el promedio de las puntuaciones de las variables que lo componen. Finalmente, el valor del IDETEC se obtuvo mediante el promedio de los dos indicadores evaluados. La selección de las variables estuvo asociada a un coeficiente de variación igual o superior a 50% (Berdegué *et al.*, 1990) para diferenciar grupos de unidades de producción ganaderas.

Las UPB (orgánicas y convencionales) se clasificaron mediante el método estadístico de análisis de conglomerados de k medias, para lo cual se utilizó como variable de agrupación el IDETEC. El método estadístico multivariante de análisis de conglomerados agrupa datos homogéneos intragrupos (mínima varianza), permite diferenciar datos heterogéneos intergrupos (máxima varianza) y genera un vector de pertenencia de las UPB a los conglomerados, en este caso según el valor del IDETEC (que va de 0 a 100%).

Cuadro 1

Variables y características evaluadas para elaboración del IDETEC con relación al indicador posesión de maquinaria y equipo (grado)

Variables	Características	Puntuación
Picadora de forraje	Posesión	Si: 1, no: 0
Mezcladora	Posesión	Si: 1, no: 0
Motosierra	Posesión	Si: 1, no: 0
Bomba de agua	Posesión	Si: 1, no: 0
Camioneta	Posesión	Si: 1, no: 0
Camión	Posesión	Si: 1, no: 0

Posteriormente, los conglomerados o grupos de UPB identificadas se caracterizaron con variables de los indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales. Las variables del indicador (I) tecnológico fueron: superficie del rancho (SR, ha), superficie dedicada a la agricultura (ha), superficie dedicada a la ganadería (ha), superficie de pastizal abierto (ha), superficie de pastizal con árboles dispersos (ha), diversidad de pastos (número de especies), tamaño del hato (número de cabezas), diversidad de razas (número), carga animal (UA/ha), tasa de natalidad (%), tasa de renovación (%), periodo interparto (días), mortalidad de crías (%), mortalidad de bovinos adultos (%), posesión de instalaciones, posesión de maquinaria e infraestructura; (II) las variables del indicador económico fueron: diversidad de productos vendidos (%), ingreso por variación de inventario (\$/año), becerros producidos ha/año (no), edad del becerro a la venta (meses), peso del becerro al destete (kg), producción de leche (ha/año l y vaca/año l), margen bruto (ha/año, MX\$), y margen neto (ha/año, MX\$); (III) las variables del indicador ambiental fueron: conservación del bosque circundante (ha), estado del pastizal (excelente 100%, bueno 66% y sobrepastoreado 33%) abundancia de fauna silvestre (%), cultivo de leñosas forrajeras (%), superficie reforestada en los últimos seis años (ha) basado en el tiempo de haber recibido la recertificación de productores orgánicos, superficie deforestada en los últimos seis años (ha); (IV) las variables del indicador social fueron: antigüedad en la ganadería (años), escolaridad del productor (años), integrantes de la familia (número), integrantes de la familia que trabajan en el rancho (número), inclusión de la mujer en la toma de decisiones (%), continuidad intergeneracional (%), mano de obra familiar vaca/año (número), mano de obra externa contratada por vaca/año (número), mano de obra total por vaca/año (número), ingreso total anual de la familia (MXS/año) que incluye los ingresos por actividad ganadera, agrícola y no agrícola; asistencia técnica sobre ganadería y agricultura.

Adicionalmente se realizaron observaciones directas de campo para corroborar y complementar la información obtenida en las entrevistas, cuyos valores promedio se examinaron mediante análisis de varianza de una sola vía o de un factor entre grupos, dado que son tres o más grupos de tipo independientes (Zar, 2010). Debido a que esta

investigación es observacional, transversal y comparativa (Méndez *et al.*, 1986) se usó la prueba de Tukey para comparación múltiple de medias ($P < 0.05$). Ello permitió saber si cada variable era diferente por efecto de los conglomerados. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico de SPSS versión 15.0.

Cuadro 2
VARIABLES Y CARACTERÍSTICAS EVALUADAS PARA ELABORACIÓN DEL IDETEC CON RELACIÓN AL INDICADOR POSESIÓN DE INSTALACIONES (GRADO)

Variables	Características	Puntuación
Corral de manejo	Tipo de cerco	vivo: 2, convencional: 1
	Tipo de piso	de concreto: 2, de tierra: 1
	Techo	con: 1, sin: 0
	Calificación corral de manejo	Sumatoria/5 máximo
Corral de ordeña	Tipo de cerco	vivo: 2, convencional: 1
	Tipo de piso	de concreto: 2, de tierra: 1
	Techo	con: 1, sin: 0
	Calificación corral de ordeña	Sumatoria/5 máximo
Bodega	Bodega material	concreto: 2, madera: 1
	Calificación bodega	Sumatoria/2 máximo
Comederos	Comederos materiales	Concreto: 3, madera: 2, plástico: 1
	Calificación comederos	Sumatoria/3
Bebederos	Bebedero y depósito de agua material	Concreto: 2, plástico: 1
	Calificación bebedero y depósito agua	Sumatoria/2 máximo
Cercos potreros	Tipo de cerco	Cercos vivos y cercos eléctricos: 3, cerco vivo: 2, cerco convencional: 1
	Calificación potreros	Sumatoria/3 máximo
Pastoreo eficiente	Instalaciones para pastoreo eficiente = tamaño promedio de un potrero (ha)	Calificación potreros para pastoreo eficiente: 100 menos el porcentaje que ocupa el tamaño promedio del potrero (ha) respecto a la superficie total de pastoreo / 100

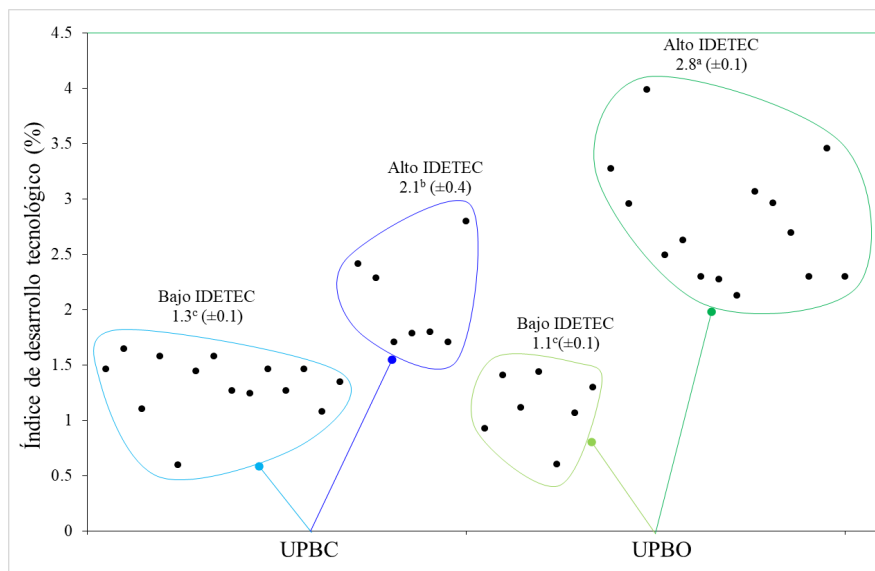
Resultados

Clasificación de las unidades de producción bovina

El análisis de conglomerados de *k* medias permitió identificar cuatro grupos de UPB (figura 2) al interior de los tipos de UPB orgánica y convencional, divididos en dos de

bajo IDETEC con valores entre 1.1 y 1.3, y dos de alto IDETEC que duplican su índice con relación a los primeros, sean convencionales u orgánicas. Con base en su valor de IDETEC se identificaron cuatro tipos de UPB: I) UPB convencionales con bajo IDETEC (UPBC-BI), II) UPB convencionales con alto IDETEC (UPBC-AI), III) UPB orgánicas con bajo IDETEC (UPBO-BI) y IV) UPB orgánicas con alto IDETEC (UPBO-AI).

Figura 2
 IDETEC de cuatro tipos de unidades de producción bovina de la región Zoque de Chiapas



Letras distintas (a,b,c) indican diferencia significativa mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$).
 UPBC: Unidades de producción bovina convencional. UPBO-BI: Unidades de producción bovina orgánica.

Caracterización tecnológica de las UPB con base en su IDETEC

En el cuadro 3, se presenta la caracterización tecnológica de los cuatro grupos de UPB identificadas por su IDETEC en la región Zoque de Chiapas. De las 17 variables tecnológicas evaluadas, en nueve existen diferencias estadísticas y en cuatro de esas variables: superficie del rancho ($P < 0.02$), superficie dedicada a la ganadería ($P < 0.02$), tamaño de hato ($P < 0.049$) y en diversidad de razas ($P < 0.09$), las UPBO-AI fueron estadísticamente diferentes a las UPBC-BI, aunque estas tuvieron similitudes estadísticas con el resto de los grupos. En dos variables relacionadas con la disponibilidad de instalaciones ($P < 0.003$) y disponibilidad de maquinaria ($P < 0.001$) los mejores valores se obtuvieron para las UPBO-AI comparadas con las UPBC-BI, sean convencional u orgánica, pero las UPBC-AI comparten similitud estadística con todos los grupos. En el caso de pastizal con árboles dispersos ($P < 0.008$) las UPBO-AI superan las de tipo

convencional, sean con bajo o alto IDETEC, y las UPBO-BI comparten similitud con el resto de los grupos. En cuanto a diversidad de pastos ($P < 0.004$), las UPBO-AI y UPBC-BI superaron a las UPBC-AI, pero estos grupos comparten similitud estadística con UPBO-BI. La mayor área de pastizal abierto ($P < 0.07$) se observó en el grupo UPBC-AI comparado con las UPBC-BI, aunque las de tipo orgánico en este aspecto son similares a las convencionales.

Cuadro 3

Valores promedio (\pm error estándar) de las variables del indicador tecnológico en cuatro grupos de unidades de producción bovina de doble propósito en la región Zoque de Chiapas, según su índice de desarrollo tecnológico (IDETEC)

IDETEC	Escala* de la variable	Sistema				Valor de P
		Convencional		Orgánico		
		Bajo	Alto	Bajo	Alto	
Unidades de producción, n		14	7	7	14	
Superficie del rancho (ha)	UPB	21.5 ^b (± 3.2)	35.7 ^{ab} (± 6.0)	36.1 ^{ab} (± 11.2)	50.8 ^a (± 8.0)	0.02
Superficie dedicada a la agricultura (ha)	UPB	0.5 (± 0.4)	0.9 (± 0.9)	1.0 (± 0.5)	1.4 (± 0.6)	0.70
Superficie dedicada a la ganadería (ha)	SPB	19.7 ^b (± 2.5)	32.4 ^{ab} (± 4.5)	32.7 ^{ab} (± 10.9)	44.3 ^a (± 7.5)	0.02
Pastizal abierto (ha)	CSPB	16.8 (± 2.6)	30.7 (± 3.8)	25.7 (± 11.5)	21.7 (± 5.5)	0.07
Pastizal con árboles dispersos (ha)	CSPB	2.7 ^b (± 2.5)	0.0 ^b (± 0.0)	5.9 ^{ab} (± 3.0)	14.8 ^a (± 3.8)	0.008
Diversidad de pastos (número)	CSPB	3.1 ^a (± 0.3)	2.0 ^b (± 0.2)	2.9 ^{ab} (± 0.3)	3.7 ^a (± 0.3)	0.004
Tamaño del hato (UA)	CSPB	32.4 ^b (± 3.2)	55.0 ^{ab} (± 12.5)	37.8 ^{ab} (± 7.9)	58.5 ^a (± 9.0)	0.049
Diversidad de razas (número)	CSPB	1.0 (± 0.0)	1.3 (± 0.3)	1.3 (± 0.2)	1.6 (± 0.2)	0.09
Carga animal (UA/ha)	CSPB	2.0 (± 0.2)	1.8 (± 0.3)	1.4 (± 0.3)	1.5 (± 0.1)	0.29
Tasa de renovación (%)	CSPB	29.1 (± 5.5)	26.4 (± 2.9)	32.0 (± 6.9)	30.5 (± 3.1)	0.78
Tasa de natalidad (%)	CSPB	52.3 (± 5.4)	54.3 (± 5.1)	55.9 (± 7.7)	55.3 (± 6.5)	0.97
Periodo interparto (meses)	CSPB	11.00 (± 0.5)	10.71 (± 0.6)	11.57 (± 0.4)	11.86 (± 0.4)	0.41
Mortalidad en crías (%)	CSPB	8.0 (± 4.5)	11.6 (± 4.2)	8.4 (± 4.3)	15.6 (± 3.9)	0.57
bovinos adultos (%)	CSPB	5.6 (± 2.6)	2.7 (± 1.5)	2.0 (± 1.8)	4.6 (± 1.3)	0.54
Disponibilidad de instalaciones (grado)	SPB	2.2 ^b (± 0.2)	3.0 ^{ab} (± 0.4)	2.0 ^b (± 0.2)	3.5 ^a (± 0.3)	0.003
Disponibilidad de infraestructura (grado)	UPB	1.3 (± 0.3)	1.3 (± 0.3)	1.4 (± 0.3)	2.4 (± 0.4)	0.12
Disponibilidad de maquinaria (grado)	UPB	0.4 ^b (± 0.2)	1.1 ^{ab} (± 0.3)	0.3 ^b (± 0.2)	2.1 ^a (± 0.2)	0.001

Letras distintas (^{a,b}) en la misma fila indican diferencia significativas mediante prueba de Tukey ($p < 0.05$).

*Unidad de análisis. UPB= Unidad producción bovina. SPB= Sistema de producción bovina. CSPB = Componentes del sistema de producción bovina.

Estos resultados sugieren que las UPB orgánicas con alto IDETEC muestran la tendencia a presentar mayor potencial desde el punto de vista tecnológico, considerando diversas variables pertenecientes a diferente escala o nivel de análisis de UPB, SPB y CSPB se muestra en el cuadro 3. La escala superior, correspondiente a la UPB, determina en buena medida el comportamiento del SPB, de los CSPB y sus interacciones, porque es ahí donde el productor o la familia toman las decisiones de qué, cómo y cuándo hacer actividades de manejo o gestión con base en sus conocimientos, experiencias, expectativas, asesorías recibidas y objetivos de producción.

Caracterización económica de las UPB con base en su IDETEC

Con relación al indicador económico (cuadro 4) de las 10 variables, en cuatro existieron diferencias estadísticas entre los grupos. Las UPBO-AI tuvieron mayor diversidad de productos vendidos ($P < 0.01$), comparados con los de ambos grupos de tipo convencional, y todas las variables comparten similitud con las UPBO-BI. En cuanto al peso del becerro a la venta ($P < 0.024$), tanto las UPBO-AI y las convencionales comparten valores altos con relación a las UPBO-BI. El costo total ha/año ($P < 0.002$) fue menor en las de bajo, comparadas con las de alto IDETEC, sean convencionales u orgánicas, lo cual se ve reflejado en el margen neto, pues las UPBC-BI tuvieron mejores valores respecto a las de alto IDETEC, sean convencionales u orgánicas, y las UPBO-BI comparten valores semejantes entre los grupos. Se observa que las variables evaluadas pertenecen a la escala de SPB y CSPB.

Cuadro 4

Valores promedio (\pm error estándar) de las variables del indicador económico en cuatro grupos de unidades de producción bovina de doble propósito en la región Zoque de Chiapas, según su índice de desarrollo tecnológico (IDETEC)

IDETEC	Escala* de la variable	Sistema				Valor de P
		Convencional		Orgánico		
		Bajo	Alto	Bajo	Alto	
Unidades de producción, n		14	7	7	14	
Variables						
Diversidad de productos vendidos, número	SPB	1.6 ^b (± 0.1)	1.4 ^b (± 0.3)	1.9 ^{ab} (± 0.1)	2.4 ^a (± 0.2)	0.01
Ingreso por variación de inventario, MX\$	SPB	26 600 ($\pm 4 671$)	40 600 ($\pm 8 863$)	46 200 ($\pm 20 340$)	58 450 ($\pm 12 555$)	0.17
Producción de becerros ha/año, número	SPB	0.7 (± 0.1)	0.5 (± 0.1)	0.5 (± 0.1)	0.4 (± 0.03)	0.13
Edad del becerro a la venta, meses	CSPB	10.1 (± 1.0)	9.7 (± 0.8)	9.3 (± 0.5)	10.4 (± 0.7)	0.85
Peso del becerro a la venta, kg	CSPB	216.5 ^a (± 21.7)	215.8 ^a (± 8.6)	181.4 ^b (± 6.3)	216.4 ^a (± 13.8)	0.024
Producción de leche ha/año, l	SPB	673 (± 112)	757 (± 147)	627 (± 130)	593 (± 76)	0.76

Continúa en página siguiente

Viene de página anterior.

IDETEC	Escala* de la variable	Sistema				Valor de P
		Convencional		Orgánico		
		Bajo	Alto	Bajo	Alto	
Producción de leche por vaca/año, l	SPB	1 304 (±161.9)	1 378 (±130.6)	1 234 (±51.4)	1 399 (±127.7)	0.59
Costo total por ha/año, MX\$	SPB	1 345 ^b (±430)	3 750 ^a (±991)	993 ^b (±192)	3 689 ^a (±513)	0.002
Margen bruto ha/año, MX\$	SPB	7 435 (±1 049)	6 732 (±874)	6 087 (±1 103)	6 667 (±561)	0.81
Margen neto ha/año, MX\$	SPB	6 090 ^a (±1 022)	2 981 ^b (±925)	5 093 ^{ab} (±1 130)	2 979 ^b (±570)	0.035

Letras distintas (^{a,b}) en la misma fila indican diferencia significativas mediante prueba de Tukey (p<0.05). *Unidad de análisis. UPB = Unidad producción bovina. SPB = Sistema de producción bovina. CSPB = Componentes del sistema de producción bovina.

Caracterización ambiental de las UPB con base en su IDETEC

En cuanto al indicador ambiental, no se observó diferencia estadística en ninguna de las seis variables incluidas al compararlas entre los cuatro conglomerados de UPB basados en el IDETEC (cuadro 5), que son de dos niveles: UPB y CSPB.

Cuadro 5

Valores promedio (± error estándar) de las variables del indicador ambiental en cuatro grupos de unidades de producción bovina de doble propósito en la región Zoque de Chiapas, según su índice de desarrollo tecnológico (IDETEC)

IDETEC	Escala* de la variable	Sistema				Valor de P
		Convencional		Orgánico		
		Bajo	Alto	Bajo	Alto	
Unidades de producción, n		14	7	7	14	
Variables						
Conservación del bosque circundante, %	UPB	83.3 (±4.6)	76.2 (±9.5)	95.2 (±4.8)	90.4 (±4.2)	0.23
Estado del pastizal, %	CSPB	83.3 (±4.6)	76.1 (±6.2)	61.8 (±11.3)	66.6 (±7.0)	0.14
Abundancia de fauna silvestre, %	UPB	83.3 (±6.8)	71.4 (±11.3)	95.2 (±4.8)	83.3 (±7.6)	0.21
Cultivo de leñosas forrajeras, %	CSPB	92.8 (±7.1)	57.1 (±20.2)	71.4 (±18.4)	92.8 (±7.1)	0.34
Superficie reforestada en los últimos seis años, ha	UPB	1.4 (±0.9)	0.1 (±0.1)	0.5 (±0.5)	7.7 (±4.4)	0.25
Superficie deforestada en los últimos seis años, ha	UPB	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	0.0 (±0.0)	3.2 (±2.8)	0.48

*Unidad de análisis. UPB = Unidad de producción bovina. SPB = Sistema de producción bovina. CSPB = Componentes del sistema de producción bovina.

Caracterización social de las UPB con base en su IDETEC

En el cuadro 6 se presenta el indicador social de las UPB con base en su IDETEC, de las 12 variables en estudio sólo tres mostraron diferencia estadística, una de ellas fue la escolaridad del productor ($P < 0.02$), siendo superior en UPBC-AI comparadas con las de bajo IDETEC, grupos que además comparten similitud con las UPBO-AI; otra fue la mano de obra externa contratada, donde las UPB con alto IDETEC tuvieron mayores valores respecto a la UPBO-BI, estos grupos comparten similitud estadística con UPBC-BI; finalmente, el ingreso total anual de la familia ($P < 0.02$) fue mejor en las UPBO-AI respecto a las UPBC-BI, aunque ambas comparten similitud estadística con los otros grupos. Las variables pertenecen a los niveles o escala de análisis de UPB y SPB.

Cuadro 6

Valores promedio (\pm error estándar) de las variables del indicador social en cuatro grupos de unidades de producción bovina de doble propósito en la región Zoque de Chiapas, según su índice de desarrollo tecnológico (IDETEC)

IDETEC	Escala* de la variable	Sistema				Valor de P
		Convencional		Orgánico		
		Bajo	Alto	Bajo	Alto	
Unidades de producción, n		14	7	7	14	
Variables						
Edad del productor, años	UPB	64 (± 4)	57 (± 8)	62 (± 4)	59 (± 3)	0.68
Antigüedad en la ganadería, años	UPB	29.4 (± 4.1)	27.3 (± 5.1)	30.1 (± 7.4)	31.5 (± 3.1)	0.94
Escolaridad, % respecto al máximo grado encontrado	UPB	28.6 ^b (± 3.6)	57.1 ^a (± 11.8)	28.6 ^b (± 3.6)	44.6 ^{ab} (± 7.0)	0.02
Integrantes de la familia, número	UPB	3.2 (± 0.5)	4.4 (± 0.8)	3.7 (± 0.6)	3.4 (± 0.4)	0.51
Integrantes de la familia que trabajan en el rancho, número	UPB	1.4 (± 0.4)	1.0 (± 0.0)	1.1 (± 0.1)	1.6 (± 0.3)	0.64
Inclusión de la mujer en la toma de decisiones, % de UPB	UPB	14.3 (± 9.8)	14.3 (± 14.3)	14.3 (± 14.3)	42.8 (± 13.7)	0.39
Continuidad intergeneracional, % de UPB	UPB	85.7 (± 4.6)	90.5 (± 6.2)	95.2 (± 4.8)	85.7 (± 4.6)	0.48
Mano de obra familiar vaca/año, jornales	UPB	14.2 (± 2.4)	8.0 (± 1.1)	12.9 (± 3.3)	12.5 (± 3.1)	0.54
Mano de obra externa contratada vaca/año, jornales	SPB	8.3 ^{ab} (± 2.7)	16.7 ^a (± 3.2)	3.6 ^b (± 0.9)	15.6 ^a (± 2.8)	0.001
Mano de obra total vaca/año, jornales	SPB	22.5 (± 4.3)	24.6 (± 3.3)	16.5 (± 2.6)	28.1 (± 5.2)	0.43
Ingreso total año/familia, MX\$	UPB	152 945 ^b ($\pm 20 724$)	288 033 ^{ab} ($\pm 74 904$)	205 429 ^{ab} ($\pm 59 308$)	323 826 ^a ($\pm 43 609$)	0.02
Asistencia técnica sobre ganadería y agricultura, % de productores que la reciben	UPB	42.8 (± 13.7)	28.6 (± 18.4)	71.4 (± 18.4)	78.6 (± 11.4)	0.08

Letras distintas (^{a,b}) en la misma fila indican diferencia significativas mediante prueba de Tukey ($p < 0.05$).

*Unidad de análisis. UPB = Unidad de producción bovina. SPB = Sistema de producción bovina. CSPB = Componentes del sistema de producción bovina.

Discusión

El uso de un IDETEC permitió la clasificación (grupos de unidades de producción con características homogéneas) de UPB de doble propósito. Este índice es la primera aproximación en el estudio de las UPB en Chiapas y en el trópico mexicano, donde se combina el enfoque productivo asociado con la posesión de maquinaria, equipo e instalaciones. La metodología de IDETEC propuesta puede ajustarse según las condiciones de cada lugar y, por lo tanto, las variables que se incluyen (cuadro 1 y 2) son susceptibles de ajustarse, mejorarse o ampliarse a cada condición o circunstancia, según la región de estudio.

La clasificación de las UPB en grupos permite el análisis multicriterio al considerar variables tecnológicas, económicas, sociales y ambientales; así como el análisis multinivel al utilizar variables de la unidad de producción del sistema de producción y de los componentes del sistema de producción bovina, lo que permite comparar dichas variables entre los grupos identificados. La agrupación pondera la información y brinda la posibilidad de priorizar la investigación de las UPB en función de sus limitantes, potencialidades y oportunidades, así como de mejorar la toma de decisiones (Falconi y Burbano, 2004; Munda *et al.*, 1994; Munda, 2004) para la planificación y desarrollo de la política pública ganadera de la región o el estado de Chiapas, orientadas hacia una ganadería bovina sustentable. En síntesis, las variables que integran los indicadores o áreas de evaluación tecnológica, económica ambiental y social, así como la escala o nivel de análisis al que pertenecen, permiten definir con precisión el tipo de intervención funcional (de manejo) o estructural (gestión, políticas públicas, entre otras) que se requiere.

La proporción de UP orgánicas con alto IDETEC (33.3%) fue semejante a la de UP de ganadería convencional con bajo índice, lo que evidenció el contraste en los aspectos tecnológicos, económicos y sociales entre ambos grupos. Lo anterior confirma que la propuesta de Nahed *et al.* (2012; 2013a) sobre el fomento de unidades orgánicas sigue siendo vigente para lograr una ganadería bovina sustentable ante una situación de cambio climático, y contrasta con el incipiente desarrollo de la ganadería orgánica en Chiapas y en general de México (Arias, 2015). Para detonar este enfoque, se plantea el desarrollo de un mercado de exportación de productos derivados de la ganadería orgánica o un mercado local con capacidad económica para adquirir dichos productos (Schwentesi *et al.*, 2014). Pues, aunque el estudio consideró a los 21 productores orgánicos certificados —de los 31 primeros en Chiapas y en el país en lograr dicha certificación—, como grupo de productores campesino, en producción y comercialización en ganadería bovina (Nahed-Toral *et al.*, 2018), conlleva compromisos que no todos los productores realizan y que por diversos motivos abandonan la propuesta, como lo demuestra el hecho de que 10 productores perdieron la certificación con una pérdida importante desde la perspectiva de los socioagroecosistemas.

En este estudio se destaca que las UPBO-AI tuvieron, en general, buenos resultados en algunas variables de los indicadores económicos y sociales, lo cual contrasta con los resultados de otras investigaciones en las que los productores convencionales o empresariales con mayores índices tecnológicos obtuvieron mayores ingresos por la venta de leche

(Juárez-Barrientos *et al.*, 2015) o mayor producción de leche por vaca (Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2009; Granados *et al.*, 2018b).

Otro elemento que es sustancial aplicar en la ganadería bovina tropical de doble propósito es el desarrollo de tecnologías —procesos sociales racionales— en favor de la innovación con un enfoque de investigación-acción para la participación conjunta de los productores, no sólo para resolver problemas productivos y ambientales, sino que originen independencia a través del aprendizaje y la transformación estructural en beneficio de la sociedad y el ambiente (Palma y Zorrilla, 2021).

De acuerdo con la superficie dedicada, la ganadería tiene una elevada predominancia en los cuatro grupos de UPB evaluadas, respecto a otras actividades agrarias; en la mayoría, la superficie de pastizal con árboles dispersos fue baja (0.0-23%), con excepción de las UPB-AI y que presentaron un porcentaje significativo de su superficie (68%). Las UPBC-BI tuvieron menor área del rancho con menos árboles dispersos en los potreros y baja disponibilidad de instalaciones y maquinaria, lo cual contrasta con las UPBO-AI, posiblemente asociado a un mayor ingreso total anual de la familia, que permite la inversión en diferentes elementos que favorecen los sistemas productivos, puesto que no sólo son agropecuarios sino que se suman con aquellos no agrícolas.

El área de pastizal abierto y la diversidad de pastos en todos los grupos de UPB (2.0-3.7 especies) resaltan la importancia del pastoreo, así como de la alimentación de los animales en libre pastoreo, que se refleja en la calidad de la leche y sus productos derivados, como fue señalado en los estudios de Giuffrida-Mendoza (2008), González *et al.* (2010) y Mojica-Rodríguez *et al.* (2019). La carga animal en todos los grupos (1.4-2.0) es similar a la de sistemas de doble propósito en Veracruz de 2.2 UA/ha (Juárez-Barrientos *et al.*, 2015). El intervalo entre partos para los diferentes grupos de este estudio (321-357 días) fue menor al reportado por Calderón-Chagoya *et al.* (2016), con 462 días para vacas de doble propósito en clima subtropical húmedo de Puebla.

Por su parte, el grupo de UPBC-BI superó en margen neto ha/año a las UPBO-AI, relacionado con el menor costo de producción total ha/año y en función de la mayor producción de becerros/ha/año, producción de leche ha/año y menor mano de obra total vaca/año. Asimismo, dichas UPB tuvieron menor diversidad de productos vendidos, que contrasta con el grupo de producción orgánica con alto IDETEC que obtuvo mayor diversificación, favorecida por los principios de la agricultura orgánica que permiten este fenómeno (Eyhorn *et al.*, 2017).

La edad de los becerros a la venta en este estudio (de 9.3-10.4 meses) fue menor a la de becerros en el sistema de ganado bovino de doble propósito del centro de Chiapas (11.3 meses) (Orantes-Zebadúa *et al.*, 2014) y mayor a la de becerros en el sistema bovino de doble propósito en trópico seco de Sinaloa (de ocho meses), donde la baja producción de leche es el principal problema, como consecuencia de la escasez de forraje (Cuevas-Reyes y Rosales-Nieto, 2018). Por su parte, los pesos obtenidos en esta investigación para la venta de los becerros (181.4-216.5 kg) son similares a los reportados por Orantes-Zebadúa *et al.* (2014) en el centro de Chiapas, con 190.6 kg; superiores a los del trópico seco de Sinaloa (170 kg) registrados por Cuevas-Reyes y Rosales-Nieto (2018); e inferiores a

los becerros de la región del Papaloapan en Veracruz con 217 a 231 kg, obtenidos por Vilaboa-Arroniz *et al.* (2009). En las UPBC-AI, los becerros para la venta tuvieron los menores pesos, lo cual muestra la necesidad de revisar el manejo nutricional y la adaptación de las razas de ganado bovino para que sea comparable con los que se presentan en la región; en todos los casos se tiene un amplio margen de mejora, lo que permitiría incrementar el margen de ingreso económico.

La producción de leche por vaca/año encontrada en este estudio (1 234-1 398 litros) es superior a la de vacas de doble propósito del centro de Chiapas (1 215 litros) (Orantes-Zebadúa *et al.*, 2014) y superior a las de vacas en unidades de producción de doble propósito tradicionales y en transición en Tabasco, de 598 y 552 litros respectivamente (Granados *et al.*, 2018b), y también a la producción de vacas de doble propósito (alrededor de 560 litros) en el trópico seco de Sinaloa (Cuevas-Reyes y Rosales-Nieto, 2018). Por su parte, la producción de leche de las UPBO-AI (1 398 litros) fue menor a la obtenida en unidades de producción de doble propósito empresariales en Tabasco, con 1 925 litros (Granados *et al.*, 2018b), e inferior a la de vacas de doble propósito en el subtropico húmedo de Puebla, con 2 784 litros (Calderón-Chagoya *et al.*, 2016).

El análisis económico de las UP es relevante para conocer su eficiencia, pues el costo total de producción ha/año es menor para las UPBC-BI con relación a las de alto IDETEC; al respecto, es posible que la menor disponibilidad de infraestructura y su mantenimiento, así como una menor cantidad de mano de obra externa contratada, sean los aspectos que influyen en estos resultados y que favorecen, a su vez, el mejor margen neto de ganancia por ha/año. Esto indica que la disponibilidad de instalaciones, maquinaria y equipo no determina la ganancia económica por hectárea, aunque el tamaño del predio favorece el ingreso total anual de la familia, en donde las UPBO-AI fueron las de mayor ingreso. Sin embargo, los ingresos económicos ha/año o total año/familia fueron bajos, lo que coincide con lo señalado previamente por Calderón *et al.* (2012) y Nahed *et al.* (2013a) para la región, de que las UP mantienen bajos indicadores productivos (cuadro 1) y por lo tanto bajos ingresos económicos. Este es un aspecto esencial a considerarse para el desarrollo de una ganadería bovina de doble propósito sustentable y como elemento nodal de combate a la pobreza y a la desigualdad social.

En el indicador ambiental, de manera general las UP presentaron niveles medios a altos en las variables estudiadas, entre las que sobresalen la conservación del bosque circundante (76.2-95.2%), el estado del pastizal (61.8-83.3%), la abundancia de fauna silvestre (71.4-95.2%) y el cultivo de leñosas forrajeras (57.1-92.8%).

No se encontraron diferencias entre las UPB, de acuerdo con el enfoque productivo o el nivel de IDETEC, aunque sí existe tendencia en las orgánicas de alto IDETEC a reforestar y deforestar más que en el resto de las UPB, posiblemente asociado al tamaño de las mismas. Por otro lado, las UPBO-BI mostraron tendencia a un menor cultivo de leñosas forrajeras, por lo que se debe profundizar en las investigaciones sobre este indicador y reforzar el enfoque ambiental para generar una ganadería resiliente (Palma *et al.*, 2019).

Con relación al indicador social, las UPBO-AI tuvieron la tendencia a presentar mayor potencial, debido a que de 12 variables que integran este indicador, dos (escolaridad e

ingreso total anual familiar) fueron significativamente mejores y otras (como la antigüedad en la ganadería, integrantes de la familia que trabajan en el rancho, la inclusión de la mujer en la toma de decisiones, la mano de obra total anual por vaca y la asistencia técnica) tienden a mejores valores, aunque no se encontró diferencia estadística. De dichas variables destaca la inclusión de la mujer en la toma de decisiones, aspecto importante pues se considera la urgencia de combatir la desigualdad de género para la construcción de un mundo pacífico, próspero y sostenible (ONU, 2017); además, las mujeres colaboran en la preservación del medioambiente, ya que son más conscientes sobre los productos ecoamigables y aquellos que son más eficientes en el uso de la energía (Stevens, 2010).

A pesar de que las UPBC-AI superan en escolaridad a las UPBC-BI y UPBO-BI, no logran capitalizar este indicador en mejores resultados ambientales ni económicos.

Los resultados de esta investigación confirman, de manera general, las principales características de la producción bovina de doble propósito en México, la cual es una actividad predominantemente tradicional, de subsistencia, con baja tecnificación, desarrollada en las zonas tropicales del país y principalmente bajo el sistema de manejo de pastoreo extensivo en gramas nativas o pastos introducidos, con una marcada estacionalidad en la disponibilidad de forrajes; la producción de leche y carne permite que los productores obtengan ingresos económicos por la venta de dichos productos en mercados locales o regionales, la ordeña manual con apoyo del becerro y animales con cruce de *Bos taurus* y *B. indicus* como componentes preponderantes de estos sistemas (Bautista-Martínez *et al.*, 2019; Granados-Rivera *et al.*, 2018b; Orantes-Zebadúa *et al.*, 2014; Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2009).

Por su parte, y de manera general, los resultados para algunas variables importantes de los indicadores tecnológicos, económicos o ambientales son comparables o mejores a los de otros estudios sobre la ganadería bovina de doble propósito, particularmente los de las zonas tropicales húmedas, producto de la baja reinversión de capital al sistema para su mejoramiento tecnológico, calidad e inocuidad de los productos.

Tal es el caso de las variables edad del becerro a la venta (9.3-10.4 meses de este estudio *versus* 11.3 meses de Orantes-Zebadúa *et al.*, 2014), peso del becerro a la venta (181.4-216.5 kg de este estudio *versus* 190.6 kg de Orantes-Zebadúa *et al.*, 2014), carga animal (1.4-2.0 UA/ha de este estudio *versus* 2.4 de Nahed *et al.*, 2018; 2.2 UA/ha de Juárez-Barrientos *et al.*, 2015 y 1.2-1.4 UA/ha de Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2009), producción de leche por vaca/año (1 234-1 398 litros de este estudio *versus* 1 545-1 640 litros de Bautista-Martínez *et al.*, 2019 y 588-1 925 litros de Granados-Rivera *et al.*, 2018b), mortalidad de crías (8.0-15.6% de este estudio *versus* 10-15% de Rojo-Rubio *et al.*, 2009 y 7.3-13.4% de Nahed *et al.*, 2018), mortalidad de animales adultos (2.0-5.6% de este estudio *versus* 3.6-5.1% de Nahed *et al.*, 2018), diversidad de pastos (2.0-3.7 de este estudio *versus* 2.6-3.6 de Nahed *et al.*, 2018), tasa de renovación (26.4-32.0% de este estudio *versus* 24.1-34.7% de Nahed *et al.*, 2018), estado o condición del pastizal (61.8-83.3% de este estudio *versus* 25.0-62.5% de Nahed *et al.*, 2018) y diversidad de productos vendidos (1.4-2.4 de este estudio *versus* 1.5-2.3 de Nahed *et al.*, 2018).

Pese a que se considera que algunos de los principales problemas de los sistemas de producción de bovinos de doble propósito son la baja eficiencia productiva y reproductiva que generan su baja rentabilidad (Bautista-Martínez *et al.*, 2019), algunos estudios técnico-económicos de México y otros países (Nava-Rosillón *et al.*, 2009; Cortés *et al.*, 2012; Cuevas-Reyes *et al.*, 2013; Puebla *et al.*, 2015; Granados-Rivera *et al.*, 2018a; Albarrán *et al.*, 2018) señalan que el sistema es económicamente viable con posibilidades de lograr mayor rentabilidad, en donde el uso o adopción de tecnología permitirá aumentar los niveles productivos y económicos garantizando mayor éxito de las empresas pecuarias dedicadas a dicha actividad (Bautista-Martínez *et al.*, 2019; Pérez-Hernández y Díaz, 2008). También se debe considerar que los productores de doble propósito son en su mayoría de escasos recursos económicos y tienen bajos costos de inversión, además de que las características de flexibilidad, viabilidad, competitividad y moderada rentabilidad permiten que dicha forma de producción se extienda a lo largo y ancho del trópico latinoamericano y represente una opción atractiva para muchos ganaderos (Osorio y Aranda, 1997; Urdaneta y Materán, 2008). Por su parte, la ineficiencia de la producción de doble propósito obedece en buena medida a que sus índices de productividad parcial (litros/vaca/día o litros/vaca/lactancia) es comparada con los sistemas intensivos de producción de leche en los países desarrollados (González, 2008).

Por otra parte, las evidencias confirman la importancia y posibilidades del acercamiento a la sustentabilidad de la producción bovina de doble propósito, como fue señalado en diversas investigaciones. Cabe destacar que las condiciones de producción de la ganadería de doble propósito a cielo abierto, basada en pasturas naturales o artificiales, confieren a este sistema de producción características ambientales favorables (Urdaneta y Materán, 2008). Asimismo, uno de los factores determinantes de la sustentabilidad de los sistemas de ganadería de doble propósito a lo largo del tiempo es su plasticidad adaptativa, la cual maneja de forma estratégica para capitalizar las adversidades temporales y para aprovechar las oportunidades cuando se presentan (González, 2008). El sistema silvopastoril bajo el cual se realiza la producción de las UPB en esta investigación, también representa una opción para eliminar o reducir los impactos ambientales negativos en favor de la sustentabilidad ambiental (Nahed-Toral *et al.*, 2013b); similares entre las granjas de doble propósito orgánicas y convencionales (Nahed *et al.*, 2018). De acuerdo con lo anterior, los resultados obtenidos para diversas variables de los indicadores tecnológicos, económicos, ambientales y sociales en todos los grupos de UPB podrían favorecer mejores resultados en las evaluaciones de sustentabilidad de la producción de doble propósito y confirmarían su acercamiento a ella. En el caso del indicador tecnológico, sobresalen los resultados de las variables diversidad de pastos (2.0-3.7), carga animal (1.4-2.0 UA/ha) o mortalidad de animales adultos (2.0-5.6%), que muestran sus posibilidades para contribuir a la sustentabilidad tecnológica. A su vez, los resultados de algunas variables del indicador económico, como la diversidad de productos vendidos (1.4-2.4), la producción de leche por vaca/año (1 233.8-1 398.3 litros) o el margen neto (2 979-6 090 pesos ha/año) en las UPB orgánicas o convencionales, muestran la aproximación de la producción de doble propósito a la dimensión económica de la sustentabilidad.

De igual manera, los valores obtenidos para algunas variables del indicador ambiental, particularmente la conservación del bosque circundante (76.2-95.2%), el estado del pastizal (61.8-83.3%), la abundancia de fauna silvestre (71.4-95.2%) o el cultivo de leñosas forrajeras (57.1-92.8%) en las UPB orgánicas o convencionales, evidencian también las posibilidades para la aproximación de las UPB de doble propósito a la sustentabilidad ambiental. En el mismo sentido, los resultados de algunas variables del indicador social en las UPB orgánicas o convencionales, como la escolaridad de los productores, la inclusión de la mujer en la toma de decisiones, la mano de obra familiar o la asistencia técnica recibida, también evidenciarían el avance en la cercanía de la producción de doble propósito a dicha dimensión.

De esta forma, es posible hacer explícita y de forma simultánea, las potencialidades, limitantes y oportunidades de desarrollo de las UPB evaluadas, lo que permite orientar la toma de decisiones acerca de cómo intervenir para guiarlas hacia un enfoque de sustentabilidad.

Conclusiones

Con base en el valor de IDETEC se identificaron cuatro tipos de UPB: I) UPB convencionales con bajo IDETEC (UPBC-BI); II) UPB convencionales con alto IDETEC (UPBC-AI); III) UPB orgánicas con bajo IDETEC (UPBO-BI) y IV) UPB orgánicas con alto IDETEC (UPBO-AI).

En la caracterización tecnológica, las UPBO-AI presentaron mayor superficie del rancho, pastizal con árboles dispersos, disponibilidad de instalaciones, disponibilidad de infraestructura y de maquinaria, mayor mano de obra externa y mejores ingresos total año/familia, comparados con los sistemas de producción convencional de menor nivel tecnológico.

En el indicador económico, las UPBC-BI tuvieron menor diversidad de productos vendidos, buen peso del becerro a la venta, menor costo/ha y mejor margen neto de ganancia/ha/año.

Respecto a las características ambientales, no se observó diferencia entre grupos por tipo ni por valor de IDETEC.

En el aspecto social sobresale la UPBO-AI con la mayor mano de obra contratada e ingreso total anual por familia y mayor escolaridad similar a lo obtenido con la UPBC-AI.

De acuerdo con lo anterior, las UPBO-AI representan una alternativa para una mayor eficiencia y sustentabilidad de la producción bovina de doble propósito en la región Zoque de Chiapa

Literatura citada

- Albarrán, B.; Rebollar, S. y García, A. (2018). Caracterización socioeconómica de un sistema de producción de doble propósito del sur del Estado de México. En: García, A., Albarrán, B. y Rebollar, S. (Eds.). *La ganadería en condiciones de trópico seco. El caso del sur del Estado de México, condiciones actuales y perspectivas de desarrollo*. México, Universidad Autónoma del Estado de México. Pp. 167-181.
- Arias, A. (2015). *Productos orgánicos en México*. Centro de Estudios para el Desarrollo rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA) – Cámara de Diputados. 62 p.

- Bautista-Martínez, Y.; Herrera-Haro, J.G.; Espinosa-García, J.A.; Martínez-Castañeda, F.E.; Vaquera-Huerta, H.; Morales, A. y Aguirre-Guzmán, G. (2019). Caracterización económico-productiva del sistema bovino doble propósito en tres regiones tropicales de México. *ITEA-Inf. Tec. Econ. Agrar.* 115(2): 134-148.
- Berdegúe, J.; Sotomayor, O. y Zilleruelo, C. (1990). *Metodología de tipificación de la producción campesina de la provincia de Nuble, Chile*. Ed. G. Escobar y J. Berdegúe. En: Tipificación de sistemas de producción agrícola Ed. RIMISP. Santiago de Chile, Chile. Pp. 85-91.
- Bustillo-García, L. y Martínez-Dávila, J.P. (2008). Factores políticos-económicos y culturales que inciden en el desarrollo sustentable de la ganadería de doble propósito. En: C. González-Stagnaro; N. Madrid Bury y E. Soto Belloso. (Eds). *Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito*. Fundación GIRARZ. Venezuela, Ediciones Astro Data. Pp. 37-46.
- Calderón-Chagoya, R.; Calderón-Robles, R.C.; Ríos-Utrera, A.; Montaña-Bermúdez, M.; Lagunes-Lagunes, J. y Vega-Murillo, V.E. (2016). Análisis productivo y reproductivo de vacas *Bos taurus* x *Bos indicus* de doble propósito en clima subtropical húmedo. *Revista Científica FCV-LUZ.* 26(4): 239-246.
- Calderón, J.; Nahed, J.; Sánchez, B.; Herrera, O.; Aguilar, R. y Parra, M. (2012). Estructura y función de la cadena productiva de carne de bovino en la ganadería ejidal de Tecpatán, Chiapas, México. *Av. en Inv. Agropecuaria.* 16(2): 45-61.
- Cortés, J.A.; Cotes, A. y Cotes, J.M. (2012). Características estructurales del sistema de producción con bovinos doble propósito en el trópico húmedo colombiano. *Rev. Colomb. de Cienc. Pecu.* 25(2): 229-239.
- Cuevas-Reyes, V.; Baca Del Moral, J.; Cervantes-Escoto, F.; Espinosa-García, J.A.; Aguilar-Ávila, J. y Loaiza-Meza, A. (2013). Factores que determinan el uso de innovaciones tecnológicas en la ganadería de doble propósito en Sinaloa, México. *Rev. Mex. de Cienc. Pecuarias.* 4(1): 31-46.
- Cuevas-Reyes, V. y Rosales-Nieto, C. (2018). Characterization of the dual-purpose bovine system in north-west Mexico: producers, resources and problematic. *Rev. MVZ Córdoba.* 23(1): 6448-6460.
- Danhof, C.H. (1969). *Change in agriculture: the northern United States, 1820-1870*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, USA. 322 p.
- Díaz, T. y Valencia, P. (2014). *Lineamientos para el fortalecimiento de la producción pecuaria familiar en América Latina y el Caribe. Agricultura familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política*. FAO. Santiago de Chile, Chile. Pp. 167-175.
- Eyhorn, F.; Heeb, M. y Weidmann, G. (2017). *IFOAM Manual de capacitación en agricultura orgánica para los trópicos*. IFOAM. Bonn, Germany. 233 p.
- Falconi, F. y Burbano, R. (2004). Economic tools for environmental management: mono-criteria vs. multi-criteria decisions. *REVIBEC.* 1: 11-20.
- Gerber, P.; Henderson, B. y Makkar, H. (2013). *Mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero en la producción ganadera – Una revisión de las opciones técnicas para la reducción de las emisiones de gases diferentes al CO₂*. FAO. Roma, Italia. 251 p.
- Giuffrida-Mendoza, M. (2008). Beneficios de la alimentación a pastoreo en la calidad nutritiva de la carne del ganado doble propósito. En: C. González-Stagnaro.; N. Madrid Bury y E. Soto Belloso (eds). *Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito*. Venezuela. Ediciones Astro Data. (2008). Pp. 852-863.
- González, O. (2008). La sustentabilidad de la Ganadería Doble Propósito en pequeñas y medianas unidades de producción. En: C. González-Stagnaro.; N. Madrid Bury. y E. Soto Belloso. (eds). *Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito*. Venezuela. Ediciones Astro Data. Pp. 47-57.
- González, A.; Roca, A.I.; Vázquez, O.P. y Fernández, Y.J.A. (2010). Efecto del pastoreo sobre la composición de leche en sistemas sostenibles de producción en Galicia. En: Calleja Suárez, A., García Navarro, R., Ruiz Mantecón, A., Peláez Suárez, R. (Coord.). *Pastos: Fuente Natural de Energía*. España. Universidad de León y Sociedad Española para el Estudio de los Pastos. Pp. 425-430.
- Granados-Rivera, L.D.; Hernández-Mendo, O.; Bautista-Martínez, Y.; Granados-Zurita, L. y Quiroz-Válente, J. (2018a). Análisis social y económico de la producción lechera en el trópico húmedo: estudio de caso. *Actas Iberoamericanas en Conservación Animal.* 11: 1-10.

- Granados-Rivera, L.D.; Quiroz-Valiente, J.; Maldonado-Jáquez, J.A.; Granados-Zurita, L.; Díaz-Rivera, P. y Oliva-Hernández, J. (2018b). Caracterización y tipificación del sistema doble propósito en la ganadería bovina del Distrito de Desarrollo Rural 151, Tabasco, México. *Acta Universitaria*. 28(6): 47-57.
- Guevara, H.F. y Rodríguez, L.L. (2011). Innovación y desarrollo rural: reflexiones y experiencias desde el contexto cubano. 2ª. ed., Editorial Jorge Dimitrov. Cuba. 187 p.
- Juárez-Barrientos, J.M.; Herman-Lara, E.; Soto-Estrada, A.; Ávalos-De la Cruz, D.A.; Vilaboa-Arroniz, J. y 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, FCV-LUZ*. 25(4): 317-323.
- Méndez, I.; Namihira, D.; Moreno, L. y Sosa, C. (1990). El protocolo de investigación: lineamientos para su elaboración y análisis. 2da edición. Editorial Trillas. D.F. México. 210 p.
- Mojica-Rodríguez, J.E.; Castro-Rincón, E.; Carulla-Fornaguera, J.E. y Lascano-Aguilar, C.E. (2019). Perfil lipídico en leche de vacas en pastoreo de gramíneas en el trópico seco colombiano. *Agronomía Mesoamericana*. 30 (2): 497-515.
- Morley, F.H.W. (1979). "¿En qué consiste el enfoque de sistemas en la producción animal?" En: Scarsi J. C. (ed.). *Enfoque de sistemas en la investigación ganadera*. IICA. Uruguay. Pp. 24-37.
- Munda, G.; Nijkamp, P. y Rietveld, P. (1994). Fuzzy multigroup conflict resolution for environmental management. En: Weiss, J. (Editor). *The economics of project appraisal and the environment*. UK. Edward Elgar. (1994). Pp. 161-183.
- Munda, G. (2004). Multicriteria methods and multicriteria processes for social evaluation of public policy. *REVIBEC*. 1: 31-45.
- Murgueitio, E. (1992). Sistemas sostenibles de doble propósito como alternativa para la economía campesina. *Livest. Res. Rural Dev*. 4 (3).
- Nahed, T.J.; Sánchez-Muñoz, B.; Mena-Guerrero, Y.; Ruiz-Rojas, J.; Aguilar-Jiménez, R.; Castel, J.; Orantes-Zebadua, M.; Manzur-Cruz, A. y Cruz-López, J. (2012). Potential for conversion of agrosilvopastoral systems of dairy cattle to the organic production model in south eastern Mexico. *J. Anim. Vet. Adv*. 11 (17): 3081-3093.
- Nahed, J.; Sánchez-Muñoz, B.; Mena, J.; Ruiz-Rojas, R.; Aguilar- Jiménez, J.M.; Castel, F.A.; Ruiz, M.; Orantes-Zebadua, A.; Manzur- Cruz, J.; Cruz-López y Delgadillo-Puga, C. (2013a). Feasibility of converting agrosilvopastoral systems of dairy cattle to the organic production model in southeastern Mexico. *J. Clean. Prod*. 43: 136 – 45.
- Nahed-Toral, J.; Valdivieso-Pérez, A.; Aguilar-Jiménez, R.; Cámara-Cordova, J. y Grande-Cano, D. (2013b). Silvopastoral systems with traditional management in southeastern Mexico: a prototype of livestock agroforestry for cleaner production. *Journal of Cleaner Production* 57: 266-279.
- Nahed, T.J.; González-Pineda, S.; Grande, D.; Aguilar, J.R.; Sánchez, B.; Ruiz-Rojas, J.L.; Guevara-Hernández, F.; León-Martínez, N.; Trujillo-Vázquez, R.J.; Parra-Vázquez, M.R. (2018). Evaluating sustainability of conventional and organic dairy cattle production units in the Zoque Region of Chiapas, Mexico. *Agroecol. Sustain. Food Syst*. 43(6): 605-638.
- Nahed-Toral, J.; Guevara-Hernández, F.; Palma-García, J.M.; López-Tecpoyotl, Z.G.; Sánchez-Muñoz, J.B.; Ruiz-Rojas, J.L.; Aguilar-Jiménez, J.R. y Parra-Vázquez, M.R. (2018). Innovación para el desarrollo sustentable de la ganadería mediante sistemas silvopastoriles y producción orgánica en la frontera sur. En: García, R., León, J.L. (Eds.). *Norte-Sur, Diálogos de Frontera*. México. El Colegio de la Frontera Norte. Pp. 103-133.
- Nava-Rosillón, M.; Urdaneta, F. y Casanova, A. (2009). Comportamiento económico y financiero de sistemas de ganadería de doble propósito (*Taurus-Indicus*). *Revista Científica FCV-LUZ*. 9 (4): 356-365.
- ONU. (2017). Progresos en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Informe del Secretario General. Recuperado de: http://www.un.org/en/ga/search/view_doc.asp?symbol=E/2017/66&referer=http://www.un.org/es/documents/index.html&Lang=S (Consultado 15 abril 2021).
- Orantes-Zebadúa, M.A.; Platas-Rosado, D.; Córdova-Avalos, V.; De los Santos-Lara, M.C. y Córdova-Avalos, A. (2014). Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 1(1): 49-58.

- Osorio, M.M. y Aranda, E. (1997). Cambio de peso vivo y producción de leche de vacas de doble propósito en el trópico. En: Memorias de la X Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Villahermosa, Tabasco. Pp. 121-125.
- Palma, J.M.; Zorrilla, J.M. y Nahed, J. (2019). Incorporation of tree species with agricultural and agroindustrial waste in the generation of resilient livestock systems. *Cuba. J. Agric. Sci.* 53(1): 73-90.
- Palma, J.M. y Zorrilla, J.M. (2021). Las tecnologías sociales racionales en el contexto productivo pecuario. En: Palma, J.M. y Cruz, F. (Coord.). *Tecnologías sociales en la producción pecuaria en América Latina y el Caribe*. México. Universidad de Colima. Pp. 11-20.
- Parra, M.R. (2012). Desarrollo de sistemas socioambientales localizados basados en investigación socioambientalmente distribuida. En: Bello, E.; Naranjo, E. y Vandame, R. (Eds.). *La Otra innovación para el ambiente y la sociedad en la frontera sur de México*. ECOSUR/Conacyt. México. Pp. 119-133.
- Pérez-Hernández, P. y Díaz-Rivera, P. (2008). Ganadería bovina de doble propósito: problemática y perspectivas hacia un desarrollo sustentable. En: González-Stagnaro, C.; Madrid Bury, N. y Soto-Belloso, E. (Eds.). *Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito*. Venezuela. Fundación GIRARZ, Ediciones Astro Data. Pp. 58-69.
- Pezo, D. (2019). *Intensificación sostenible de los sistemas frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: Estado del arte*. Banco Interamericano de Desarrollo. USA. 84 p.
- Puebla-Albiter, S.; Rebollar-Rebollar, S.; Albarrán-Portillo, B.; García-Martínez, A. y Arriaga-Jordán, C.M. (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.
- Rajo-Rubio, R.; Vázquez-Armijo, J.F.; Pérez-Hernández, P.; Mendoza-Martínez, G.D.; Salem, A.Z.M.; Albarrán-Portillo, B.; González-Reyna, A.; Hernández-Martínez, J.; Rebollar-Rebollar, S.; Cardoso-Jiménez, D.; Dorantes-Coronado, E.J.; Gutiérrez-Cedillo, J.G. (2009). Dual purpose cattle production in Mexico. *Trop Anim Health Prod.* 41: 715-721.
- Ruiz-Guevara, C.; García Hernández, L.A.; Ávila Bello, C.H. y Brunett Pérez, L. (2008). Sustentabilidad financiera: el caso de una empresa ganadera de bovino de doble propósito *Rev. Mex. Agroneg.* 22: 503-515
- Schwentenius, R.; Gómez, M.; Ortigoza, J. y Gómez, L. (2014). México orgánico – situación y perspectivas. *Agroecología*. 9(1 y 2): 7-15.
- Stevens, C. (2010). Are women the key to sustainable development? Open Boston University. 3. Recuperado de: <https://www.bu.edu/pardee/files/2010/04/UNsdpk003fsingle.pdf> (Consultado 15 abril 2021).
- Truitt, G. y Zeigler, M. (2014). *La próxima despensa global: cómo América Latina puede alimentar al mundo: un llamado a la acción para afrontar desafíos y generar soluciones*. Banco Interamericano de Desarrollo y Global Harvest. USA. 56 p.
- Urdaneta, F. y Materán, M. (2008). Indicadores de sustentabilidad para la ganadería bovina de doble propósito. En: González-Stagnaro, C.; Madrid Bury, N. y Soto-Belloso, E. (Eds.). *Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito*. Venezuela. Fundación GIRARZ, Ediciones Astro Data. Pp. 25-36.
- Vela, P.F. (2001). Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa. En: Tárreres, M.L. (Coord.). *Observar, escuchar, y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social*. México. Porrúa y FLACSO. (2001). Pp. 63-95.
- Vilaboa-Arroniz, J.; Díaz-Rivera, P.; Ruiz-Rosado, O.; Platas-Rosado, D.E.; González-Muñoz, S. y Juárez-Lagunes, F. (2009). Caracterización socioeconómica y tecnológica de los agroecosistemas con bovinos de doble propósito de la región del Papaloapan, Veracruz, México. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 10: 53-62.
- Wilken, G.G. (1987). *Good farmer. Traditional Agricultural resource management in Mexico and Central America*. Berkeley-Los Angeles-London. University of California Press. USA. 303 p.
- Zar, J. (2010). *Biostatistical analysis*. Prentice Hall. 5ta Ed. New Jersey, USA. 944 p.

Recepción: 22 de abril 2021

Arbitraje: 23 de abril 2021

Dictamen: 04 de mayo 2021

Aceptado: 10 de mayo 2021

