

# Tipificación energética de productores ganaderos del trópico seco de Chiapas, México

## Energy typification of livestock farmers from the tropical drylands of Chiapas, Mexico

Francisco Guevara-Hernández<sup>1</sup> , Manuel Alejandro La O-Arias<sup>1\*</sup> , José Roberto Aguilar-Jiménez<sup>2</sup> , René Pinto-Ruiz<sup>1</sup> ,  
José Apolonio Venegas-Venegas<sup>3</sup> , Pedro Cadena-Iñiguez<sup>4</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V. Villaflores, Chiapas, México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus II. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agronómicas, CONAHCYT-UNACH. Villaflores, Chiapas, México.

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.

\*Autor para correspondencia: [manuel.arias@unach.mx](mailto:manuel.arias@unach.mx)

### RESUMEN

El desarrollo de la ganadería bovina está asociado a un conjunto complejo de factores que determinan su grado de intensificación y eficiencia. Los estudios sistémicos a partir del balance energético y sus flujos permiten identificar puntos críticos para la mejora socioproductiva a través de la innovación, comprender la racionalidad productiva del ganadero y evaluar el desempeño general del agroecosistema. El propósito de este estudio fue llevar a cabo la tipificación energética de los productores ganaderos de doble propósito en tres municipios de la región Frailesca de Chiapas, México. La investigación, realizada en Villaflores, Villa Corzo y El Parral, se caracterizó por su enfoque descriptivo y exploratorio con una perspectiva sistémica. La muestra consistió en 420 productores ganaderos seleccionados aleatoriamente en los tres municipios. La obtención de información primaria se llevó a cabo mediante entrevistas semi-estructuradas, observación y revisión de registros productivos, para lo cual, se utilizaron indicadores como superficie agropecuaria, tamaño y estructura del hato, producción, productividad por área y eficiencia energética. Se identificaron cinco grupos de productores o tipos de sistemas ganaderos de doble propósito. Los grupos I al IV, se diferenciaron por la escala de su producción, en los que se observaron niveles de intensificación variables, mientras que el quinto grupo, exhibió sistemas más intensivos con niveles de productividad de igual forma variables. Los sistemas intensivos evidenciaron una menor eficiencia energética, con un promedio de 0,5, debido a la alta carga de entradas energéticas en forma de alimentos concentrados y voluminosos. Por su parte, el resto de los sistemas mantuvieron eficiencias energéticas entre 1 y 2.

**Palabras clave:** Caracterización; eficiencia energética; productores ganaderos; ganadería doble propósito

### ABSTRACT

Cattle development in any Country or Region is associated with a complex set of variables that determine its degree of intensification and efficiency. Systemic studies based on the energy balance and its flows make it possible to identify critical points for socio-productive improvement through innovation, understand the farmer's productive rationality and evaluate the overall performance of the agroecosystem. The purpose of this study was to carry out the energetic typification of dual-purpose cattle producers in three Municipalities of the Frailesca Region of Chiapas, Mexico. The research, carried out in Villaflores, Villa Corzo and El Parral, was characterized by its descriptive and exploratory approach with a systemic perspective. The sample consisted of 420 livestock producers randomly selected in the three Municipalities. Primary information was obtained through semi-structured interviews, observation, and review of production records, focusing on indicators: size of production area, herd and structure size, overall production, productivity by area and energy efficiency. Five cattle production groups or types of dual-purpose cattle systems were identified. Four groups (Groups I to IV) were differentiated by their production scale with a level of intensification between them, while the fifth group showed more intensive systems and variable production levels. Intensive systems showed a lower energy efficiency, with an average of 0,5, due to the high demand of energy inputs in the form of concentrated and bulky feeds. In comparison, the rest of the systems presented energy efficiencies between 1 and 2.

**Key words:** Characterization; energy efficiency; cattle producers; dual purpose livestock

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo ganadero está asociado a un conjunto complejo de variables que determinan el grado de intensificación y eficiencia de los sistemas de producción. México tiene un contexto climático, tecnológico y socioeconómico diverso que determina varios tipos de manejo [1, 2], cuyos principales vectores de diferenciación son: el producto final (carne, leche o doble propósito), la intensificación en el uso de insumos y el tamaño de las explotaciones [3, 4].

En los estados de Veracruz, Chiapas y Tabasco se concentra 80 % de la ganadería de doble propósito de México y el resto se distribuye en diferentes estados con clima subtropical. Este sistema genera 20 % de la producción nacional de leche y 50 % de la producción de carne [5].

En Chiapas, para el año 2020, se destaca la ganadería de la región Frailesca con 69.243 cabezas donde el 60 % de estos animales se concentra en los municipios de Villa Corzo y Villaflores [6].

La diversidad de condiciones donde se ubican los sistemas de producción ganaderos justifica la necesidad de caracterizarlos para identificar tipos para la innovación focalizada, con base en los recursos de las unidades ganaderas, en este caso, para explotaciones bovinas de doble propósito [7]. El conocimiento adecuado de las circunstancias del productor es la piedra angular de todo el proceso posterior de investigación y transferencia [8]. La tecnología que se diseña y genere, debiera ser elaborada a la medida de dichas circunstancias, sus limitaciones y posibilidades que definen tipos o clases de unidades de producción creando dominios de recomendación. De esta forma se facilitan las acciones de transferencia de tecnología y capacitación, acorde con las realidades de los productores y sus sistemas de producción [9].

Los tipos de sistemas de producción y sus dinámicas productivas, se pueden analizar mediante un enfoque sistémico a partir de su balance energético. Este indicador contribuye a identificar puntos críticos para la innovación, comprender la racionalidad productiva del ganadero y evaluar el desempeño general del sistema productivo a partir de sus flujos energéticos y económicos [10]. De esta forma, se conoce el estado de un sector importante en la producción de alimentos, además de identificar estrategias que podrían mejorar los aspectos tecnológicos, sociales, económicos o ambientales para cada tipo de sistema o productor identificado.

En este sentido, los aspectos metodológicos para el estudio del sistema y de la planeación local o regional, juegan un papel preponderante [11]. Para abordar este tipo de estudios que consideran la variabilidad y diversidad agropecuaria, se recurre a metodologías estadísticas multivariadas [12]. Estas permiten reducir la dimensionalidad dentro de dicha variabilidad y hace más precisa y eficiente la definición de agrupaciones en tipos y dominios de recomendación para explotaciones, en este caso, ganaderas [9]. El presente trabajo tuvo como objetivo realizar la tipificación energética de los productores ganaderos de doble propósito, en tres municipios de la región Frailesca de Chiapas, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

La investigación se llevó a cabo en los municipios Villaflores, Villa Corzo y El Parral, ubicados al noreste de la región Frailesca en Chiapas (FIG. 1).

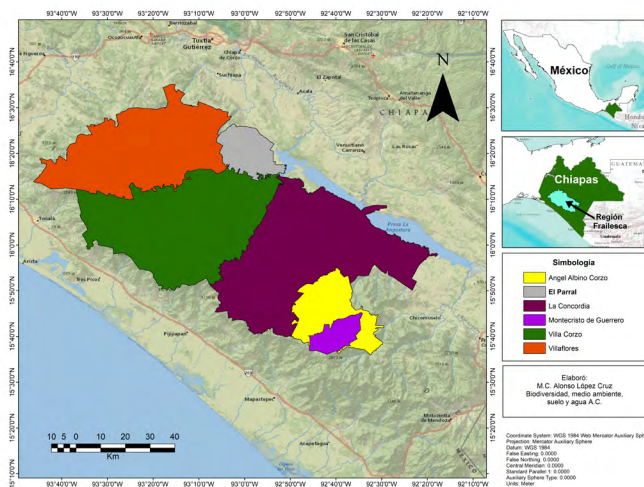


FIGURA 1. Localización de los municipios en la región Frailesca de Chiapas, México

### Clima

El clima de estos municipios es cálido y semicálido, predomina el cálido subhúmedo con lluvias en verano, seguido por el clima semicálido húmedo, con lluvias abundantes en verano. De mayo a octubre, la temperatura mínima promedio oscila entre los 12 y 21°C [13]. En este mismo periodo, la temperatura máxima promedio oscila entre los 21 y 34,5°C. Las precipitaciones en esos meses oscilan entre los 1.000 y 2.600 mm. En el periodo de noviembre a abril la temperatura mínima promedio va de 9 a 15°C y la máxima de 21 a 33°C [10].

### Tipo de investigación

La investigación es de tipo descriptiva y exploratoria, con enfoque sistémico y énfasis en variables productivas, económicas y energéticas [14, 15, 16].

La población de estudio estuvo centrada en los sistemas ganaderos de doble propósito en los municipios de Villaflores, Villa Corzo y El Parral. La muestra fue probabilística y su tamaño se determinó sobre la base del error típico de las variables con mayor coeficiente de variación según un estudio preliminar con 20 casos. La muestra fue de 420 productores ganaderos en rutas aleatorias en los tres municipios.

La información primaria se obtuvo mediante los métodos de entrevista semi-estructurada, observación y revisión de registros productivos. La guía de entrevista consideró los siguientes aspectos:

- » Descriptores del sistema (municipio, tipo de propiedad sobre la tierra, caso)
- » Indicadores de superficie agropecuaria: área Ganadera (ha), fracción del área para ganadería (%), área total (ha)
- » Tamaño y estructura del hato: total de cabezas (UG), vacas en producción (UG), toros (UG)
- » Indicadores de producción: producción de Leche (L·año<sup>-1</sup>), producción de carne (kg·año<sup>-1</sup>).

- » Indicadores de productividad por área: rendimiento de carne (kg·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>), rendimiento de Leche (L·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>) y carga animal (UG·ha<sup>-1</sup>)

### Estimación de la eficiencia energética

Para la determinación de la eficiencia energética, se emplearon los métodos descritos por Meul *et al.* y Funes–Monzote [15, 17]. Sobre la base de un análisis sistémico, se identificaron las entradas y salidas de recursos físicos y se convirtieron a sus respectivas equivalencias energéticas, con base en las tablas de conversión referidas por Funes–Monzote [15]. La eficiencia energética (EE), se determinó como el cociente de la división de la energía producida (EP) en forma de productos, entre la energía gastada (EG) en forma de insumos, ambas expresadas en megajoules (MJ) según la fórmula:  $EE = \frac{EP}{EG}$

### Análisis estadísticos

Para reducir la dimensionalidad de la información, se aplicó un Análisis Factorial por el método de Componentes Principales (AFCP) con el que se extrajeron componentes con autovalores superiores a 1,0. Previo al análisis, se realizó un proceso de discriminación de variables redundantes, altamente correlacionadas y variables con coeficientes de variación inferiores al 10 %. Las componentes extraídas se consideraron nuevas variables y se emplearon en el Análisis de Conglomerados mediante el método de Ward y la Distancia Euclidiana [18], para identificar “tipos de sistemas”. Para analizar las variables originales, asociadas a cada componente, se utilizaron análisis de varianza para modelos lineales donde se controló la variable independiente tipología o grupo de sistema. Se aplicaron además pruebas de comparación de medias por el método de mínima diferencia significativa (LSD) de Fisher. Todos los análisis se realizaron con el software STATISTICA ver. 10.0. [19].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Reducción de la dimensionalidad de las variables

Las variables consideradas para estudiar los sistemas ganaderos se agruparon en tres componentes que explicaron el 86,73 % de la varianza total, a partir del análisis factorial [20]. Las dos primeras componentes, además de ser las de mayor peso en cuanto a la varianza explicada, fueron las más consistentes en cuanto a su interpretación práctica debido a las variables originales que se combinan linealmente (TABLA I).

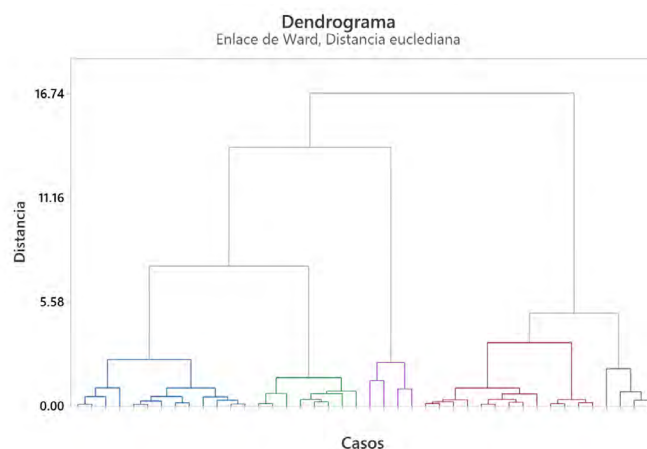
Estas primeras componentes representan dos vectores: que se etiquetaron como <Nivel de producción> y <Nivel de intensificación> respectivamente. En la primera componente, se combinan con un mismo sentido de proporcionalidad las variables de tamaño del hato (Total de cabezas, vacas en producción, toros) y las variables indicadoras de la producción anual de leche y carne. En la segunda componente, se combinan variables–indicadores del rendimiento productivo por área y la carga animal en un sentido de proporcionalidad inversa al tamaño del predio.

### Formación de tipos de sistemas a partir de las componentes

Sobre la base del comportamiento de los sistemas estudiados en cuanto a estas componentes, se estableció una tipología de cinco grupos o tipos de sistemas ganaderos de doble propósito en el contexto de la muestra estudiada (FIG. 2). Cuatro grupos se diferencian entre sí

**TABLA I**  
Estructura de correlaciones entre las variables dependientes y las componentes (loadings) derivados del Análisis Factorial de Componentes Principales

Componentes	Variables	Correlación	Varianza	Var (%)
Componente 1, Nivel de producción	Total de cabezas (UG)	0,992	4,21	38,30%
	Vacas en producción (UG)	0,962		
	Producción de Leche (L·año <sup>-1</sup> )	0,962		
	Producción de carne (kg·año <sup>-1</sup> )	0,920		
	Toros (UG)	0,627		
Componente 2, Intensificación	Carga animal (UG·ha <sup>-1</sup> )	-0,973	4,21	33,80%
	Rendimiento de carne (kg·ha <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )	-0,966		
	Rendimiento de Leche (L·ha <sup>-1</sup> ·año <sup>-1</sup> )	-0,964		
	Área ganadera (ha)	0,789		
Componente 3, “No etiquetado”	Fracción del área para ganadería (%)	-0,896	1,61	14,60%
	Área total (ha)	0,836		



**FIGURA 2.** Agrupamiento de productores de leche y carne bovina en los municipios Villaflores, Villa Corzo y El Parral, en la región Frailesca de Chiapas.

por el nivel de producción que generan, mientras mantienen un nivel similar de intensificación de la producción por área semejante.

El quinto grupo se diferencia por tener un nivel de intensificación más alto que los cuatro anteriores, con rangos variables dentro del factor <Nivel de producción> (FIG. 3). De esta forma, los cinco tipos de sistemas ganaderos se identificaron con las siguientes etiquetas:

- » Grupo I <Baja producción>, se caracteriza por bajas puntuaciones en la Componente I <Nivel productivo> y un comportamiento promedio en la componente <Nivel de intensificación>
- » Grupo II <Media baja producción>, se caracteriza por puntuaciones intermedias a bajas en la Componente I <Nivel

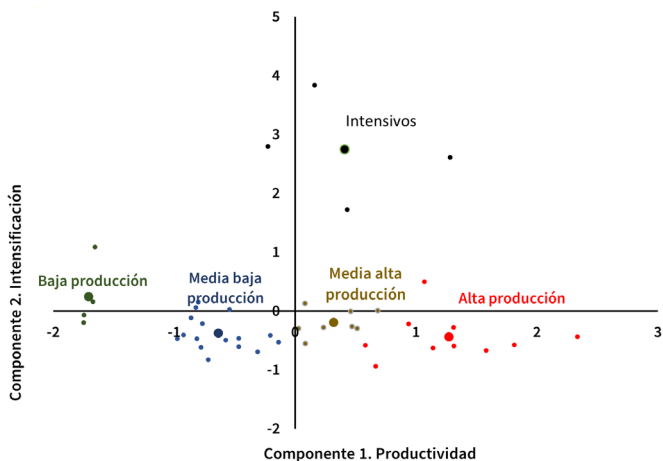


FIGURA 3. Asociaciones entre los tipos de sistemas ganaderos de doble propósito y componentes principales identificadas

productivo> y un comportamiento promedio en la componente <Nivel de intensificación>

- » Grupo III <Media alta producción>, se caracteriza por puntuaciones intermedias a altas en la Componente I <Nivel productivo> y un comportamiento promedio en la componente <Nivel de intensificación>
- » Grupo IV <Alta producción>, se caracteriza por puntuaciones altas en la Componente I <Nivel productivo> y un comportamiento promedio en la componente <Nivel de intensificación>
- » Grupo V <Intensivos>, se distinguen por un mayor nivel de intensificación y niveles productivos diversos, con tendencia a los valores promedio en el contexto.

Criterios similares de tipificación, sobre la base del nivel productivo, fueron utilizados por Vargas *et al.* [21] en las provincias de Cotopaxi y Los Ríos del Ecuador.

**Validación de la tipología con base a las variables originales en la componente <Nivel productivo>**

Esta diferenciación de grupos según el nivel productivo se ratificó con el análisis de variables originales en el Factor I <Nivel productivo>. Se observaron diferencias significativas ( $P < 0,001$ ) entre ellos para la cantidad de vacas en producción y la producción de leche y carne en un año, de forma consistente con las etiquetas de niveles de producción que asignó a cada grupo (FIGS. 4 y 5). El grupo V, de sistemas más intensivos, mostró niveles productivos similares al Grupo II (producción media alta).

Esto indica que en los Grupos del I al IV, la producción está determinada por la cantidad de animales en explotación. La productividad bruta anual de un hato bovino es un elemento multifactorial que está vinculado a factores ambientales y genéticos en una relación del 75 % y 25 %, respectivamente [22]. El productor, regula muchas variables ambientales a partir de la tecnología, y es común que el tamaño del hato tenga un efecto en la productividad mucho mayor cuando otros factores de producción se manejan con menos diferenciación [23].

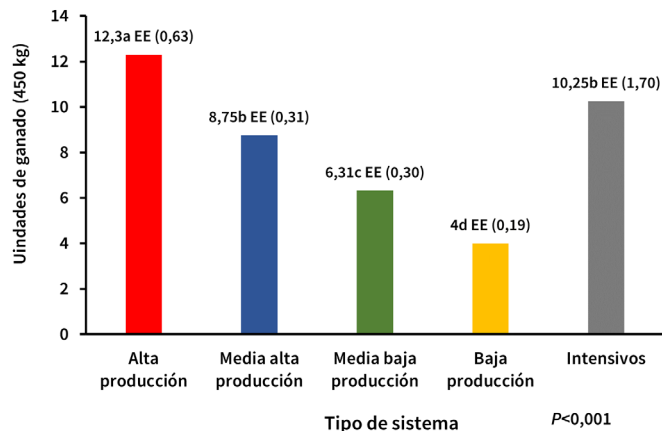


FIGURA 4. Hato básico de vacas en producción expresadas en Unidades de Ganado de 450 kg, por tipos de sistemas identificados. EE: error típico de la media, entre paréntesis el valor del error

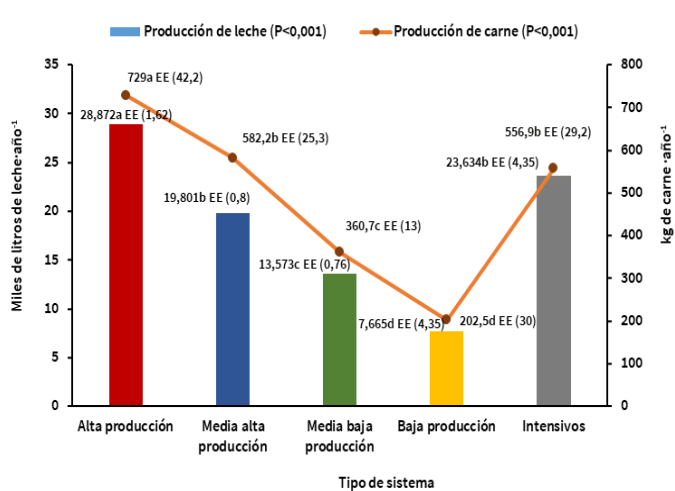


FIGURA 5. Niveles anuales de producción de carne y leche, por tipos de sistemas identificados. EE: error típico de la media, entre paréntesis el valor del error.

**Validación de la tipología con base a las variables originales en la componente < Nivel de intensificación >**

Las variables originales combinadas en el Factor II < Nivel de intensificación>, mostraron una tendencia diferente al Factor I, pero consistentes con la clasificación obtenida (FIGS. 6 y 7). Los grupos del I al IV, diferenciados por su nivel productivo, no mostraron diferencias significativas en cuanto al comportamiento de la producción de carne o leche por unidad de superficie. Estos sistemas manejaron cargas globales bajas entre 1,17 y 2,03 unidades de ganado de 450 kg·ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, los sistemas intensificados manejaron cargas altas de 11,25 unidades de ganado de 450 kg·ha<sup>-1</sup>.

Las cargas observadas coinciden con niveles recomendados en condiciones del trópico seco entre 1,5 y 2,0 unidades de ganado de 450 kg·ha<sup>-1</sup> [24]. Esta carga puede incrementarse en condiciones de encierro con variantes de pastoreo racional y áreas forrajeras [25]. En sistemas especializados de producción de leche, con sistemas de alimentación basados en pastos tropicales, el potencial productivo

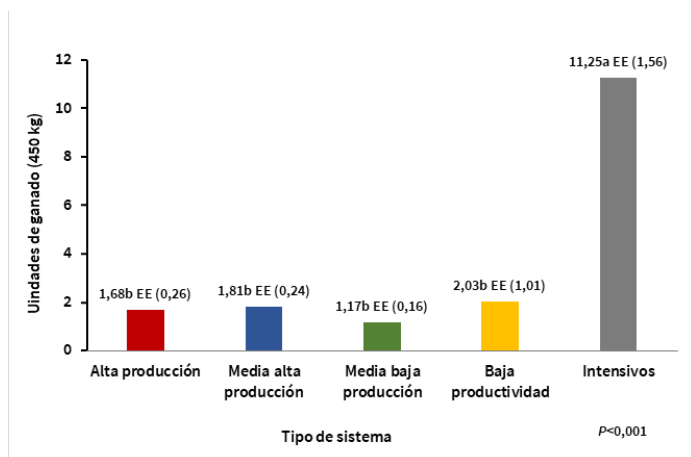


FIGURA 6. Comportamiento de la carga global del sistema en base a unidades de ganado de 450 kg por hectárea dedicada a la ganadería, por tipos de sistemas identificados. EE: error típico de la media, entre paréntesis el valor del error.

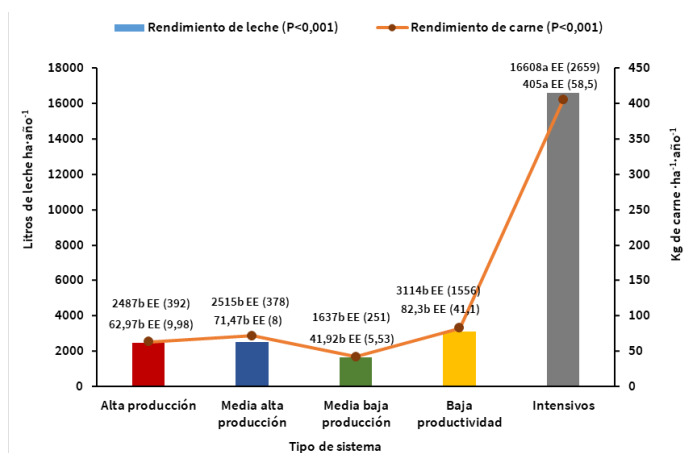


FIGURA 7. Niveles intensificación de la producción de leche y carne por hectárea y leche, por tipos de sistemas identificados. EE: error típico de la media, entre paréntesis el valor del error.

por hectárea puede llegar hasta 10 mil litros bajo cargas superiores a 3,5 UG·ha<sup>-1</sup> con sistemas de pastoreo racionales. Pero en sistemas de doble propósito el nivel productivo puede reducirse más de un 30 % [25]. Para la producción de carne los resultados observados coinciden con rendimientos informados por López-Vigoa *et al.* [26] en pasturas degradadas, inferiores a los 100 kg·ha<sup>-1</sup>. En el Grupo V, de mayor intensificación productiva, se observaron valores de carga y productividad por área superiores a los referidos por Milera *et al.* y López Vigoa *et al.* [24, 26].

#### Análisis de las relaciones entre la eficiencia energética con el nivel productivo y de intensificación

La eficiencia energética estimada en estos sistemas productivos estuvo influenciada por ambos vectores: <Nivel de producción> y <Nivel de intensificación>. En la medida que disminuyó el nivel de producción de los hatos también disminuyó la eficiencia energética (FIG. 8). No obstante, la eficiencia energética en general se comportó por encima de 1 hasta 2,18 con tendencia a ser mayor para la producción

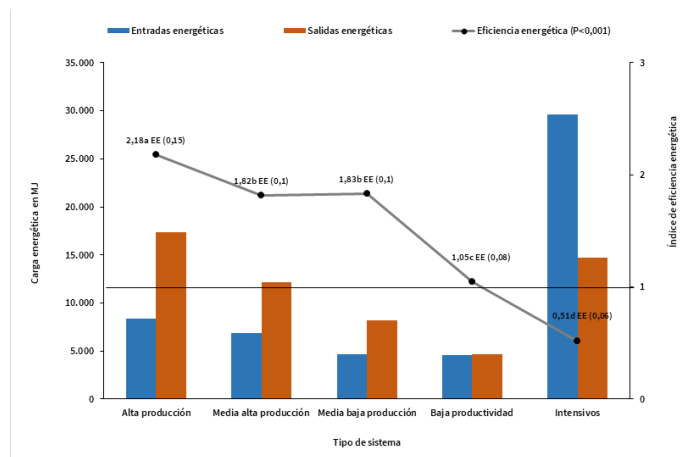


FIGURA 8. Comportamiento de las entradas y salidas energéticas, asociadas a la eficiencia energética, por tipos de sistemas identificados. EE: error típico de la media, entre paréntesis el valor del error.

leche que la de carne. Los sistemas intensivos (Grupo V) fueron menos eficientes ( $P < 0,01$ ). En este caso, las entradas energéticas en forma de insumos y otros factores productivos duplicaron la producción energética alcanzada en forma de carne y leche.

Estos sistemas intensivos (Grupo V) manejan cargas globales superiores a las que puede soportar cualquier sistema de pastoreo en condiciones tropicales (FIG. 6). Los niveles máximos de capacidad de carga con una alta producción de biomasa oscilan entre 6 u 8 Unidades de Ganado de 450 kg por hectárea [27]. Con esta referencia, es probable que los casos etiquetados como <Intensivos> solo puedan producir biomasa para suplir el 50 % de los requerimientos de materia seca de sus hatos. Esto los obliga a asumir una fuerte carga de entradas energéticas en forma de alimentos voluminosos, concentrados, y suplementos que afectan el índice de eficiencia energética.

En los sistemas ganaderos, la alimentación es clave para los costos económicos y energéticos [28]. La cuestión es lograr que la biomasa producida aporte la mayor parte de los nutrientes requeridos por el hato. El área ganadera es receptora de energía ecológica (solar) mediante pastos, forrajes y arbustivas. Por esta razón, los ranchos que maximizan la producción de biomasa con valor nutricional y su aprovechamiento por el ganado deberán ser los más eficientes. El potencial de producción de biomasa constituye la gran fortaleza de la ganadería tropical [29].

En estos sistemas de doble propósito (carne y leche), se observó que la producción de leche tiene mayor peso sobre la eficiencia energética del sistema ganadero, en general, pues representa para todos los tipos más del 97 % del rendimiento energético total. Esto puede tener una base biológica en la eficiencia fisiológica o conversión alimenticia y el aprovechamiento de dicha conversión. Algunos autores coinciden en que el índice de conversión alimentaria para la producción de leche se sitúa entre 1 y 2 kg·L<sup>-1</sup>, los cuales son superiores a los de conversión para la engorda, generalmente superiores a 8 kg·kg<sup>-1</sup> [30, 31]. Sin embargo, es importante reconocer que la producción lechera está más afectada ambientalmente, lo que requiere una tecnología de producción más exigente [32].

Desde la biomasa producida y el alimento "importado" comienza un flujo lineal de nutrientes y energía donde el ganado es un convertidor o transformador con niveles variables de eficiencia según el propósito,

carne o leche, y como en este caso, ambos. Pero este flujo lineal es de naturaleza extractiva para el agroecosistema que por ende, reduce su potencial acumulado si no se garantizan los procesos cíclicos de nutrientes como pueden ser la reincorporación de las heces fecales del ganado y la biomasa residual de los cultivos o especies presentes en el agroecosistema. Estos procesos cíclicos son potencialmente benéficos, porque reducen la dependencia de entradas energéticas culturales y en muchos casos, benefician componentes como el suelo. En este caso, está el empleo del rastrojo y otras especies presentes después de la cosecha del maíz, el cual podría incorporarse al suelo para formar un ciclo, o alimentar al ganado, y conformar un flujo lineal. De acuerdo con algunos investigadores, esta relación de competencia en torno al destino del rastrojo es un tema sensible en Chiapas y otras regiones con ganadería bovina en condiciones de trópico seco, donde los agroecosistemas están altamente degradados y la conversión hacia sistemas ganaderos mixtos representan una respuesta por parte de los agricultores ante situaciones de crisis o cambio del contexto productivo [33].

## CONCLUSIONES

Se identificaron cinco grupos o tipos de productores que practican sistemas ganaderos de doble propósito. El factor principal de diferenciación es el nivel productivo, a partir del cual se definieron cuatro tipos de sistemas (Grupos del I al IV). Un quinto tipo (Grupo IV) mostró sistemas más intensivos y niveles productivos variables con relación a los otros grupos.

La eficiencia energética de los sistemas ganaderos está fuertemente asociada a la respuesta productiva a partir del aprovechamiento del potencial interno en la producción de biomasa. En este sentido, los sistemas intensivos mostraron menor eficiencia energética, debido a la carga alta de insumos en forma de alimentos para el ganado, en comparación con el resto de los sistemas con mayor autoabasto a partir de biomasa producida localmente.

## Implicaciones

En la región Frailesca de Chiapas, las intervenciones para el desarrollo de la ganadería bovina deben ser diferenciadas acorde al tipo de productor, sus sistemas y las condicionantes socioeconómicas y ambientales locales. En los sistemas más intensivos, con alto uso de insumos, se deben promover buenas prácticas de manejo, que estimulen la producción y el empleo eficiente de la biomasa producida localmente para reducir la dependencia de insumos externos y disminuir la carga energética de la producción. Para los sistemas menos intensivos se deben analizar las mejores combinaciones de factores productivos (uso de la tierra, componentes agrícolas, fuerza de trabajo, insumos y tecnologías) para hacer compatible la eficiencia energética con los niveles satisfactorios de productividad por área y su sustentabilidad.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH) y al Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del estado de Chiapas (ICTIECH) por el apoyo otorgado al primer autor para conducir la investigación que dio origen al presente artículo.

## Conflicto de interés

Los autores manifiestan que no existe conflicto de interés alguno, relacionado con la presente investigación científica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Del Moral BLE, Murillo VB. La balanza comercial de productos agropecuarios en México en el contexto de la dependencia alimentaria, 2010–2015. *Econ. Actual*. [Internet]. 2015 [consultado 24 Jun. 2023]; 8(3):16–20. Disponible en: <https://qrcd.org/3w4P>
- [2] Hernández-Morales P, Estrada-Flores JG, Avilés-Nova F, Yong-Angel G, López-González F, Solís-Méndez AD, Octavio Alonso Castelán-Ortega OC. Tipificación de los sistemas campesinos de producción de leche del sur del estado de México. *Univers. Cien*. [Internet]. 2013 [consultado 23 Abr. 2023]; 29(1):19–31. Disponible en: <https://qrcd.org/3w4A>
- [3] Camacho-Vera JH, Vargas-Canales JM, Quintero-Salazar L, Apan-Salcedo GW. Características de la producción de leche en La Frailesca, Chiapas, México. *Rev. Mex. Cien. Pecu.* [Internet]. 2021; 12(3):845–860. doi: <https://doi.org/mqh4>
- [4] Granados-Rivera LD, Quiroz-Valiente J, Maldonado-Jáquez JA, Granados-Zurita L, Díaz-Rivera P, Oliva-Hernández J. Caracterización y tipificación del sistema doble propósito en la ganadería bovina del Distrito de Desarrollo Rural 151, Tabasco, México. *Acta Univers.* [Internet]. 2018; 28(6):47–57. doi: <https://doi.org/mqh6>
- [5] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Nota Técnica Encuesta Nacional Agropecuaria 2019. [Internet]. Ciudad de México: INEGI; 2020 [consultado 24 May. 2023]. 25 p. Disponible en: <https://qrcd.org/3w48>
- [6] Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Atlas agroalimentario (SAGARPA). [Internet]. Ciudad de México: SIACON; 2024 [consultado 10 Ene. 2024]; 258 p. Disponible en <https://qrcd.org/3w47>
- [7] Cuevas-Reyes V, Loaiza-Meza A, Espinosa-García JA, Vélez-Izquierdo A, Montoya Flores MD. Tipología de las explotaciones ganaderas de bovinos doble propósito en Sinaloa, México. *Rev. Mex. Cien. Pecu.* [Internet]. 2016 [consultado 12 Sep. 2023]; 7(1):69–83. Disponible en: <https://qrcd.org/3w46>
- [8] Merma I, Julca A. Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas en alto Urubamba, Cusco, Perú. *Ecol. Aplic.* [Internet]. 2012 [consultado 12 Ago. 2023]; 11(1):1–11. Disponible en: <https://qrcd.org/3w45>
- [9] Lores A, Leyva A, Varela M. Los Dominios de Recomendaciones: Establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Cultivos Trop.* [Internet]. 2008 [consultado 12 Ago. 2023]; 29(3):5–10. Disponible en: <https://qrcd.org/3w4B>
- [10] Martínez-Aguilar FB, Guevara-Hernández F, O-Arias MAL, Aguilar-Jiménez CE, Rodríguez-Larramendi LA, Pinto-Ruiz R. Tipificación socio-agronómica y energética de productores de maíz en la región Frailesca, Chiapas. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. [Internet]. 2021; 38:176–198. doi: <https://doi.org/mqmq6>
- [11] Guevara F, Rodríguez LA, Saraoz V, La-O MA, Gómez H, Pinto R, Fonseca M, Ruiz B, Nahed, J. Energy balance of the local system of fattening bovine production in Tecpatán, Chiapas, México. *Cuban J. Agric. Sci.* [Internet]. 2013 [consultado 24 Jun. 2023]; 47(4):359–365. Disponible en: <https://goo.su/fRpM>

- [12] Carrillo LB, Moreira LVH, González VJ. Characterization and classification of dairy productive systems in the Central-South region of Chile: a multivariate analysis. *Ideias (Arica)* [Internet]. 2011; 29(1):71-81. doi: <https://doi.org/bxgfww>
- [13] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Mapas Climatología. [Internet]. Ciudad de México: INEGI; 2024 [consultado 17 Nov. 2023]. 258 p. Disponible en: <https://bit.ly/49wDrtw>
- [14] Guevara-Hernández F. ¿Y después qué?... Action-research and ethnography on governance, actors and development in Southern Mexico. [Internet]. Wageningen, Netherlands: Wageningen University and Research; 2007 [consultado 12 Ago. 2023]. 117 p. Disponible en: <https://bit.ly/49qhw7l>
- [15] Funes-Monzote F. Eficiencia energética en sistemas agropecuarios: elementos teóricos y prácticos para el cálculo y análisis integrado. *Indio Hayuey, Cuba: Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF)*; 2009. 44 p.
- [16] Valdívieso PIA, Nahed TJ, Piñeiro VAT, Guevara HF, Jiménez FG, Grande CD. Potential for organic conversion and energy efficiency of conventional livestock production in a humid tropical region of Mexico. *J. Clean. Prod.* [Internet]. 2019; 241:118354. doi: <https://doi.org/mqgj>
- [17] Meul M, Nevens F, Reheul D, Hofman G. Energy use efficiency of specialised dairy, arable and pig farms in Flanders. *Agric. Ecosyst. Environ.* [Internet]. 2007; 119(1-2):135-144. doi: <https://doi.org/cn4rz2>
- [18] Pardo CE, Del Campo PC. Combinación de métodos factoriales y de análisis de conglomerados en R: el paquete *FactoClass*. *Rev. Colomb. Estad.* [Internet]. 2007 [consultado 12 Ago. 2023]; 30(2):231-245. Disponible en: <https://bit.ly/3TL0fhk>
- [19] Statsoft. *Statistica SI Version 10.0*. Tulsa, Oklahoma, USA: StatSoft Inc; 2011 [consultado 12 Ago. 2023]. 58 p. Disponible en: [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com)
- [20] Pérez ER, Medrano LA. Análisis Factorial Exploratorio: Bases Conceptuales y Metodológicas. *Rev. Argent. Cien. Comport.* [Internet]. 2010 [consultado 23 Abr. 2023]; 2(1):58-66. Disponible en: <https://qrcd.org/3w4D>
- [21] Vargas J, Benítez D, Torres V, Velázquez F, Erazo O. Tipificación de las fincas ganaderas en el piedemonte de las provincias Los Ríos y Cotopaxi de la República del Ecuador. *Cuban J. Agric. Sci.* [Internet]. 2011 [consultado 23 Abr. 2023]; 45(4):381-390. Disponible en: <https://bit.ly/4aK6v1D>
- [22] Hidalgo-Moreno JÁ, Núñez-Domínguez R, Domínguez-Viveros J, Ramírez-Valverde R, Rodríguez-Almeida F. Asociación genética del índice de productividad anual con características reproductivas y de crecimiento en bovinos productores de carne. *Agrocien.* [Internet]. 2019 [consultado 24 Jun. 2023]; 53(8):1203-1220. Disponible en: <https://qrcd.org/3w4E>
- [23] Rangel J, Rivas J, Torres Y, Perea J, De-Pablos-Heredero C, Barba C, García, A. Efecto del tamaño del rebaño y la zona ecológica en el nivel tecnológico del sistema de doble propósito del trópico Ecuatoriano. *Rev. Cientif. FCV-LUZ.* [Internet]. 2016 [consultado 12 Ago. 2023]; 26(3):164-172. Disponible en: <https://bit.ly/43R4LBm>
- [24] Milera-Rodríguez MC, López O, Alonso O. Principios generados a partir de la evolución del manejo en pastoreo para la producción de leche bovina en Cuba. *Pastos y Forrajes.* [Internet]. 2014 [consultado 23 Abr. 2023]; 37(4):382-391. Disponible en: <https://qrcd.org/3w4F>
- [25] Alonso-Vásquez AC, Iriban-Díaz CA, Ruíz-Vázquez TE, Granda-Rodríguez Y. Presión de pastoreo en áreas subdivididas destinadas a la producción de leche bovina. *Avances.* [Internet]. 2022 [09 Jul. 2023]; 247(4):447-475. Disponible en: <https://qrcd.org/3w4G>
- [26] López-Vigoa O, Sánchez-Santana T, Iglesias-Gómez JM, Lamela-López L, Soca-Pérez M, Arece-García J, Milera-Rodríguez MC. Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible en el contexto actual de la ganadería tropical. *Pastos y Forrajes* [Internet]. 2017 [consultado 12 Ago. 2023]; 40(2):83-95. Disponible en: <https://qrcd.org/3w42>
- [27] Domínguez-Escudero JMA, Iglesias-Gómez JM, Olivera-Castro Y, Milera-Rodríguez MC, Pérez OCT, Wencomo-Cárdenas HB. Caracterización del pastizal y su manejo en un sistema de pastoreo racional Voisin, en Panamá. *Pastos y Forrajes.* [Internet]. 2021 [consultado 23 Abr. 2023]; 44:e19. Disponible en: <https://qrcd.org/3w40>
- [28] Purroy-Vásquez R, Gallardo-López F, Ortega-Jiménez E, Díaz-Rivera P, López-Ortiz S, Torres-Hernández G. Eficiencia energética y económica, bienestar familiar y productividad en agroecosistemas tropicales. *Agric. Soc. Desarro.* [Internet]. 2016 [consultado 24 Jun. 2023]; 13(4):513-527. Disponible en: <https://qrcd.org/3w3z>
- [29] Arango J, Gutiérrez JF, Mazabel J, Pardo P, Enciso K, Burkart S, Sotelo M, Hincapie B, Molina I, Herrera Y, Serrano G. Estrategias tecnológicas para mejorar la productividad y competitividad de la actividad ganadera. Herramientas para enfrentar el Cambio Climático [Internet]. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); 2016 [consultado 12 Ago. 2023]. 68 p. Disponible en: <https://qrcd.org/3w3y>
- [30] Campos-Granados C, Rojas-Bourrillón A. Suplementación con pared celular y cultivo de levaduras en vacas prontas y su efecto sobre la calidad del calostro y el estado inmunológico de las terneras. *Agron. Costarricense* [Internet]. 2015 [consultado 23 Abr. 2023]; 39(1):121-129. Disponible en: <https://qrcd.org/3w4H>
- [31] Munilla ME, Lado M, Vittone JS, Romera SA. Bienestar animal durante el periodo de engorde de bovinos. *Rev. Vet.* [Internet]. 2019 [consultado 24 Jun. 2023]; 30(2):82-89. Disponible en: <https://bit.ly/4aEHbdo>
- [32] Montenegro RG, Buxadera AM, Rodríguez AH. Influencia de factores ambientales en la producción de leche de dos rebaños Holstein en la cuenca lechera de Chiriquí. *Revista Investigaciones Agropecuarias* [Internet]. 2019 [consultado 12 Ago. 2023]; 2(1):18-33. Disponible en: <https://qrcd.org/3w3u>
- [33] Caballero-Salinas JC, Moreno-Reséndez A, Reyes-Carrillo JL, Valdez JS, López-Báez W, Jiménez-Trujillo JA. Competencia del uso del rastrojo de maíz en sistemas agropecuarios mixtos en Chiapas. *Rev. Mex. Cien. Agric.* [Internet]. 2017; 8(1):91-104. doi: <https://doi.org/mqpv>