



**CLASIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS FAMILIARES DE PRODUCCIÓN BOVINA DE LA REGIÓN FRAILESCA DE CHIAPAS, MEXICO, CON BASE EN EL APORTE DE LA GANADERÍA AL INGRESO FAMILIAR †**

**[CLASSIFICATION AND CHARACTERIZATION OF FAMILY CATTLE FARMING SYSTEMS OF THE FRAILESCA REGION OF CHIAPAS, MEXICO, CONSIDERING THE CONTRIBUTION OF CATTLE RAISING TO FAMILY INCOME]**

**J. R. Aguilar-Jiménez<sup>1, 2\*</sup>, C. E. Aguilar-Jiménez<sup>1</sup>, F. Guevara-Hernández<sup>1</sup>, J. Galdámez-Galdámez<sup>1</sup>, F. Martínez-Aguilar<sup>1</sup>, M. A. La O-Arias<sup>1</sup>, H. Mandujano-Camacho<sup>2</sup>, M.A Abarca-Acero<sup>2</sup> and J. Nahed-Toral<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias agrónomas. Carretera Ocozocoautla-Villafloraes km. 84.5, Villafloraes, Chiapas, México. CP 30470. Email: robeaguilar@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia. Rancho San Francisco Km. 8 Carretera Ejido Emiliano Zapata, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. CP 29050.

<sup>3</sup>El Colegio de La Frontera Sur. Carretera panamericana y periférico sur s/n. Barrio de María Auxiliadora., San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. CP 29290

\*Corresponding author

### SUMMARY

**Background:** In recent decades, many peasant regions of southeastern Mexico, have undergone an expansion of cattle raising. This has led to farmers transitioning from crop agriculture toward mixed production or specializing in cattle raising. Characterizing livestock systems using a multidimensional perspective allows for identifying strategies for increasing their sustainability. **Objective:** To classify and characterize family cattle farming systems (FCFS) of the Frailesca region of Chiapas, Mexico taking into account the contribution of cattle raising to family income, and using a multidimensional perspective. **Methodology:** Eighty family units in two areas of the Frailesca region - valley (40) and highlands (40) - were evaluated. Information was obtained through application of questionnaires to farmers. According to the percentage of contribution of cattle raising to family income, a K-means clustering analysis was carried out in each area to differentiate FCFS. Average values of technical, economic, environmental, and social indicators were compared among systems using ANOVA or Kruskal Wallis tests. **Results:** Two FCFS were identified in each of two areas of the Frailesca region: (I) mixed family systems (MFS) and (II) family systems specialized in cattle raising (FSSC). Average percentages of contribution of cattle raising to family income were: (1) valley MFS = 32.5%; (2) valley FSSC = 80.5%; (3) highland MFS = 38.5%; and (4) highland FSSC = 71.7%. The valley FSSC followed an intensive-technified cattle raising with high use of external inputs and had the highest values of the economic indicators: calves produced per ha, milk production per cow, and net margin per hectare. The valley MFS practiced semi-intensive-technified cattle raising with low use of external inputs which led it had lower economic profitability than that of the valley FSSC. In both highland systems, farmers followed extensive cattle raising with low use of external inputs. For the economic dimension, these were similar to that of the valley MFS. Nevertheless, for the environmental dimension both highland systems were better (diversity of grasses, backyard animals, cattle breeds, and woody fodder crops) than the valley systems. Particularly, the highlands MFS had the greatest

† Submitted December 6, 2021 – Accepted September 26, 2022. <http://doi.org/10.56369/tsaes.4131>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

ISSN: 1870-0462.

ORCID: J. R. Aguilar-Jiménez: <https://orcid.org/0000-0003-3826-9331>; C. E. Aguilar-Jiménez: <https://orcid.org/0000-0002-6332-1771>; F. Guevara-Hernández: <https://orcid.org/0000-0002-1444-6324>; J. Galdámez-Galdámez: <https://orcid.org/0000-0002-2931-1596>; F. Martínez-Aguilar: <https://orcid.org/0000-0003-2666-5863>; M. A. La O-Arias: <https://orcid.org/0000-0002-6491-2063>; H. Mandujano-Camacho: <https://orcid.org/0000-0002-9133-8554>; M.A. Abarca-Acero: <https://orcid.org/0000-0001-5363-4814>; J. Nahed-Toral: <https://orcid.org/0000-0003-3506-1201>

proportion of forested land and grasslands with scattered trees, as well as the abundance of wild fauna. For the social dimension, both the FSSC had a higher level of technical assistance and training, less dependence on subsidies, and a greater capacity to cover their basic purchased-food costs than the two MFS. The highlands MFS had the highest number of family beneficiaries, while the highlands FSSC had a higher level of membership in farmers' organizations than did both types of valley systems. **Implications:** The valley farmers should reduce their environmental impacts and maintain and even increase productivity, in the case of the mixed family system. The highlands farmers should increase productivity, and reduce their dependence on subsidies. **Conclusions:** In order to overcome the multidimensional limitations and increase the sustainability of family cattle raising systems, it is necessary that external social actors promote agroecology and silvopastoral systems, as well as the farmers' co-responsibility and active participation along the process.

**Key words:** multidimensional evaluation; sustainability; livelihood strategies

## RESUMEN

**Antecedentes:** En las últimas décadas, muchas regiones campesinas del sureste mexicano experimentan un proceso de ganaderización. Ello conduce a los productores a transitar de la agricultura hacia la producción mixta o especializarse en la ganadería. Caracterizar los sistemas ganaderos multidimensionalmente permitiría identificar estrategias para incrementar su sustentabilidad. **Objetivo:** Clasificar los sistemas familiares de producción bovina (SFPB) en dos áreas de la región Frailesca de Chiapas, México, con base en el aporte de la ganadería al ingreso familiar, y caracterizarlos multidimensionalmente. **Metodología:** Se estudiaron 80 unidades familiares en dos regiones de la Frailesca: valle (40) y sierra (40). La información se obtuvo mediante cuestionarios aplicados a los productores. Para clasificar los SFPB se realizó un análisis de conglomerados de  $k$  medias en cada región, tomando como variable de agrupación el porcentaje de contribución de la ganadería al ingreso familiar. Se compararon los valores promedio de indicadores técnicos, económicos, ambientales y sociales entre sistemas mediante ANOVA o Kruskal Wallis. **Resultados:** Se identificaron dos tipos de SFPB en cada región: (I) sistema familiar mixto (SFM) y (II) sistema familiar especializado en la ganadería bovina (SFEGB). El aporte promedio de la ganadería bovina al ingreso familiar fue: (1) SFM del valle = 32.5%; (2) SFEGB del valle = 80.5%; (3) SFM de la sierra = 38.5%; y (4) SFEGB de la sierra = 71.7%. El SFEGB del valle practicó una ganadería intensiva-tecnificada, con alto uso de insumos externos, y obtuvo los valores más altos en los indicadores económicos: terneros producidos por ha, producción de leche por vaca, y margen neto por hectárea. El SFM del valle practicó una ganadería semi-intensiva-tecnificada con bajo uso de insumos externos, y presentó menor rentabilidad económica que el SFEGB del valle. En ambos sistemas de la sierra se practicó una ganadería extensiva con bajo uso de insumos externos, con resultados económicos similares al SFM del valle. En la dimensión ambiental los sistemas de la sierra fueron mejores (diversidad de pastos, animales domésticos, razas bovinas, y leñosas forrajeras) que los sistemas del valle. El SFM de la sierra presentó los valores más altos en proporción de tierra con bosque y pastizal con árboles dispersos, así como la abundancia de fauna silvestre. En la dimensión social, los dos SFEGB presentaron mayor asistencia técnica y capacitación, menor dependencia de subsidios, y mayor capacidad para cubrir la canasta alimentaria que los SFM. El SFM de la sierra presentó el mayor número de beneficiarios de la familia. El SFEGB de la sierra presentó mayor afiliación de productores a organizaciones productivas que los sistemas del valle. **Implicaciones:** Los productores del valle requieren reducir los impactos ambientales y mantener, o aumentar (los sistemas mixtos) la productividad. Los productores de la sierra requieren aumentar la productividad y reducir la dependencia a los subsidios. **Conclusiones:** Para superar las limitantes multidimensionales e incrementar la sustentabilidad de los sistemas familiares de producción bovina, es necesario que los actores sociales externos promuevan la agroecología y sistemas silvopastoriles, así como la corresponsabilidad y participación activa de los productores en todo el proceso.

**Palabras clave:** evaluación multidimensional; sustentabilidad; estrategias familiares.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, las comunidades rurales se enfrentan a cambios globales de distinta naturaleza (políticos, macroeconómicos, sociales y ambientales) que ejercen presión sobre sus modos de vida, manifestándose en múltiples consecuencias como deforestación, cambios de uso de suelo, contaminación, pérdida de biodiversidad, degradación del suelo, pobreza, migración,

reorganización de las estrategias de ingreso familiar, entre otros (Eakin y Lemos, 2010; McDowell y Hess, 2012; Speelman *et al.*, 2014; Parra *et al.*, 2020). En las regiones tropicales y subtropicales de América Latina, ocurre un proceso de ganaderización basado en el manejo extensivo, con la consecuente expansión de potreros a costa de áreas de bosques y selvas, pérdida de biodiversidad, baja productividad animal, degradación del suelo y polarización

socioeconómica (Steinfeld *et al.*, 2006; Graesser *et al.*, 2015). La región Frailesca, ubicada en el estado de Chiapas, presenta tendencias similares a las señaladas.

A nivel estatal, la región Frailesca tiene una importante contribución agropecuaria. En el año 2020, en dicha región se produjeron aproximadamente 15,978 toneladas de carne de ganado bovino en canal (8% de la producción estatal), 123 millones de litros de leche bovina (28% del total estatal), y se cultivaron cerca de 59,500 ha de maíz de temporal (más del 15% de la producción estatal) con un rendimiento promedio de 3.2 t/ha (superior al promedio estatal de 1.8 t/ha).

En la Frailesca se distinguen dos regiones claramente diferenciadas en cuanto a sus características históricas y ambientales: el valle y la sierra. Las características geográficas de la región del valle, caracterizada por terrenos planos, con buena aptitud para la agricultura, favorecieron el auge y desarrollo de la producción de maíz en monocultivo en la Frailesca, de tal forma que llegó a denominarse uno de los tres graneros de México (Camacho, 2008).

En el valle de la Frailesca, como en otras regiones agrícolas de México (Macias, 2013; Cerutti, 2019), la agricultura fue fuertemente influenciada por el modelo productivo de la revolución verde, caracterizado por el alto uso de fertilizantes de síntesis química, herbicidas, plaguicidas, semillas comerciales, entre otros. La lógica de producción de la revolución verde se adaptó a la ganadería, manifestándose en alto uso de agroquímicos en los pastizales, uso irracional e indiscriminado de antibióticos, desparasitantes, hormonas, estimulantes del crecimiento entre otros insumos. Ello conduce, entre otros aspectos, al agotamiento de la fertilidad y erosión de los suelos, contaminación, riesgo de intoxicaciones agudas o crónicas por el uso de agrotóxicos, y pérdida de biodiversidad.

La región sierra de la Frailesca, se colonizó a principios de la década de 1960 por campesinos procedentes de la región del valle que demandaban tierras (Valdivieso *et al.*, 2012). En un principio la agricultura se practicó bajo el esquema de roza-tumba y quema. Eventualmente, al igual que en la región valle, los productores de la sierra adaptaron tecnologías de la revolución verde para producir maíz con alto uso de insumos en el paisaje dominado por laderas de la sierra (García-Barrios *et al.*, 2020). La conservación de esta región es de

suma importancia puesto que en ella se encuentra la Reserva de La Biosfera La Sepultura.

En la región Frailesca en general, el aumento progresivo del costo de los insumos agrícolas y la crisis del precio del maíz redujeron la rentabilidad de su cultivo, propiciando la conversión paulatina de tierras con maizales a potreros para ganadería bovina (Valdivieso *et al.*, 2012; McCune *et al.*, 2012). En este sentido, la deforestación de los últimos 50 años en la región Frailesca se debe principalmente a la transformación de bosques hacia el cultivo de maíz, y posteriormente hacia pastizales inducidos (Valdivieso *et al.*, 2012).

En este tenor, en la región Frailesca actualmente predominan unidades familiares de producción agropecuaria que practican tanto la ganadería bovina como el cultivo de granos básicos (maíz y frijol) en distintas proporciones; algunas se especializan en la ganadería, o bien, siguen una estrategia de producción mixta en la cual ambas actividades contribuyen de forma significativa a su estrategia de ingreso familiar. Lo anterior representa una reorganización de las estrategias de vida familiares con implicaciones en aspectos estructurales, funcionales, y de tipo técnico, económico, ambiental y social en las unidades de producción, las cuales pueden ser abordadas construyendo tipologías y analizándolas desde una perspectiva multidimensional.

Convencionalmente, las evaluaciones de los sistemas agropecuarios no consideran la heterogeneidad de productores, y se enfocan en indicadores técnicos y económicos, que buscan alcanzar los máximos niveles de producción y rentabilidad, considerando escasamente las interrelaciones entre subsistemas dentro la unidad de producción familiar, las repercusiones en la salud de productores y consumidores, las consecuencias ambientales, y los impactos sociales, entre otros.

La construcción de tipologías de sistemas de producción agrícolas y pecuarios, y su caracterización con un enfoque multicriterio, brinda la posibilidad de diseñar estrategias de intervención apropiadas para cada caso, y permite conocer la línea base para impulsar su desarrollo sostenible. (Toussaint, 2002; Aguilar-Jiménez *et al.*, 2015; Nahed *et al.*, 2021).

Con base en los antecedentes planteados, el objetivo de este estudio fue clasificar los sistemas familiares de producción bovina de las áreas valle y sierra de la región Frailesca de Chiapas, México, con base en el aporte de la ganadería al ingreso

familiar, y caracterizarlos desde una perspectiva multidimensional.

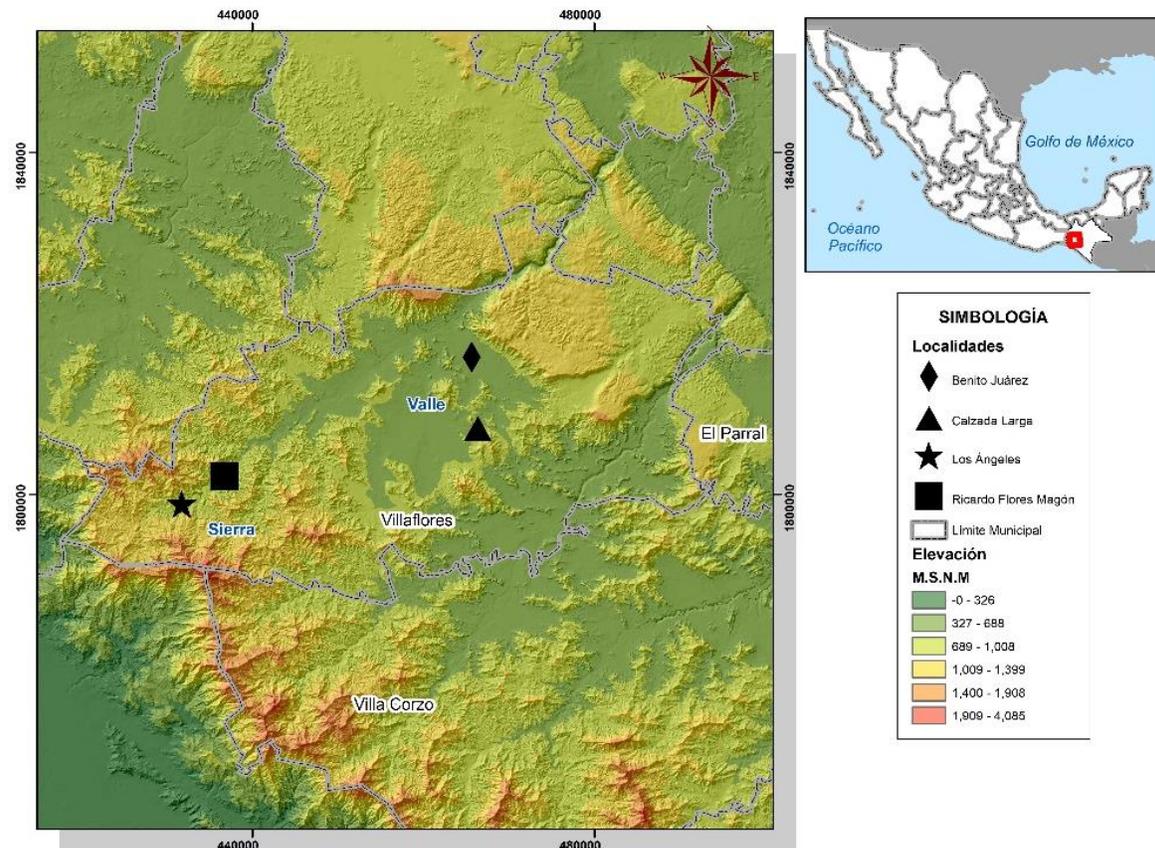
## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la región Frailesca, localizada entre la Sierra Madre y la Depresión Central de Chiapas, entre las coordenadas extremas 15°35' y 16°33' latitud norte, y 92°12' y 93°45' longitud oeste. Las principales actividades agropecuarias de la región son el cultivo de granos básicos (maíz y frijol) y la ganadería bovina. El estudio fue de tipo observacional, transversal y comparativo (Méndez *et al.*, 1984) de dos espacios geográficos de la Frailesca: el valle y la sierra (figura 1).

En la región valle, la altitud promedio es de 550 msnm, y el clima predominante es el cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw) (García, 2004). La temperatura promedio anual es de 24.9° C y la precipitación de 1168 mm anuales. La vegetación dominante corresponde a selva baja caducifolia. En el valle predominan los suelos de tipo litosoles, en asociación con luvisoles, feozems, y vertisoles (INEGI, 2012).

En la región sierra la altitud varía en un rango de 600 a 2600 msnm, con un clima semicálido húmedo con lluvias en verano (García, 2004). El gradiente altitudinal de la sierra conforma una amplia variedad de vegetación que incluye sabanas y selva baja caducifolia en la parte baja (porción de la sierra donde se ubican las comunidades incluidas en este estudio), bosque de pino y bosque de pino-encino en la parte media, y bosque mesófilo de montaña en las partes más altas. La actividad agrícola y ganadera en esta región se lleva a cabo principalmente en laderas con pendiente superior a 30°. En la región sierra predominan los suelos de tipo regosoles, los cuales son suelos arenosos altamente susceptibles de erosionarse.

Para estudiar las regiones valle y sierra de la Frailesca, se eligieron dos comunidades representativas de cada caso. Estas fueron elegidas debido a la existencia de antecedentes de investigación en ellas y porque son comunidades cuyos modos de vida se basan principalmente en la ganadería y el cultivo de granos básicos. Las comunidades incluidas fueron (figura 1): en el valle los ejidos Calzada Larga y Benito Juárez, y en la



**Figura 1.** Localización de las comunidades estudiadas en las regiones valle y sierra de la región Frailesca de Chiapas, México. Fuente: INEGI, marco geoestadístico 2020 y continuo de elevaciones mexicano 2013.

Sierra los ejidos Ricardo Flores Magón y Los Ángeles. Con base en el objetivo del trabajo, el criterio de inclusión de los productores al estudio fue que practicaran la ganadería bovina y el cultivo de granos básicos como parte de sus actividades en la unidad de producción familiar. Los productores fueron seleccionados mediante muestreo aleatorio simple. El estudio incluyó 40 productores de la región valle, y 40 productores de la región sierra. La unidad de análisis fue la unidad familiar (UF).

La información se obtuvo mediante observaciones directas en campo y la aplicación de cuestionarios semiestructurados a los productores (Vela, 2001). El cuestionario incluyó información de los aspectos técnicos, económicos, ambientales y sociales de las unidades de producción.

### **Clasificación de los sistemas familiares de producción bovina**

Para identificar y diferenciar a los sistemas familiares especializados en ganadería y los sistemas familiares mixtos (UF que practican la ganadería bovina y cultivan maíz y frijol) se realizó un análisis de conglomerados de  $k$  medias dentro de cada uno de los dos espacios geográficos considerados en el estudio (valle y sierra), para lo cual se utilizó como variable de agrupación el *porcentaje de aporte de la ganadería al ingreso familiar*. Dicha variable se eligió en función del objetivo de la investigación (Escobar y Berdegué, 1990; Köbrich *et al.*, 2003), puesto que permitiría agrupar a las unidades de producción con base en la importancia de la ganadería bovina (aporte al ingreso familiar), además de que cumplió con el criterio de ser una variable con capacidad discriminatoria al presentar un coeficiente de variación mayor a 50% (Escobar y Berdegué, 1990).

### **Caracterización de los sistemas familiares de producción bovina**

Los sistemas de producción se caracterizaron y compararon mediante el uso de indicadores agrupados en cuatro dimensiones de evaluación (técnica, económica, ambiental y social).

En la dimensión técnica los indicadores evaluados fueron: superficie de cada tipo de uso de la tierra (ha), superficie de maíz (ha), superficie de frijol (ha), superficie de sorgo (ha), objetivo de la producción bovina (% de UF que practican el sistema vaca-cría y doble propósito), tamaño del hato (UA), carga animal (UA/ha), tasa de natalidad (%), tasa de destete (%), edad al destete (meses), peso del ternero al destete (kg), maíz consumido

por vaca y año (kg), alimento consumido en pesebre (kg/vaca y año), disponibilidad de infraestructura (grado), nivel de instalaciones (grado), y disponibilidad de maquinaria y equipo (grado).

En el indicador superficie de cada tipo de uso de la tierra se registró el número de hectáreas dedicadas a distintos tipos de usos, incluyendo ganadería, agricultura, cafecultura, acahual, y forestal.

El tamaño del hato se calculó con base en las siguientes equivalencias (Vallentine, 1990): vaca con cría= 1.25 UA, vaca cargada= 1.0 UA, vaca vacía= 0.9 UA, semental= 1.25 UA, toretes y vaquillas= 0.9 UA, terneros destetados= 0.5 UA.

Los indicadores disponibilidad de infraestructura, nivel de instalaciones, y disponibilidad de maquinaria y equipo, se calcularon adjudicando 1 punto para cada variable que compone el indicador de la siguiente forma: (I) disponibilidad de infraestructura (estado de los caminos circundantes: pavimentado=1; terracería=0; agua entubada: si=1, no=0; energía eléctrica: si=1, no=0; teléfono: si=1, no=0); (II) nivel de instalaciones (corrales de manejo: si=1, no=0; comederos y bebederos: suficientes=1; insuficientes=0; bodegas: si=1, no=0; depósitos de agua: si=1, no=0); y (III) disponibilidad de maquinaria y equipo (tractor: si=1, no=0; camión o camioneta: si=1, no=0; picadoras de forraje: si=1, no=0; mezcladora de alimento: si=1, no=0). El valor de cada indicador (grado) se obtuvo de la sumatoria de sus propias variables.

En la dimensión económica, los indicadores evaluados fueron: terneros producidos por hectárea y año (núm.), producción de leche por vaca y año (litros), alimento externo comprado (kg/vaca y año), costo por uso de agroquímicos (MX\$/hectárea de potrero), superficie de pastizal rentado por vaca y año (ha), costo de producción por hectárea ganadera y año (MX\$), margen bruto por hectárea y año (MX\$), margen neto por hectárea y año (MX\$), diversidad de actividades agrícolas (núm.), rendimiento de maíz (kg/ha), y volumen de producción de granos básicos que se vende (%). Si bien los indicadores de productividad del agroecosistema ganadero, tales como, terneros producidos por hectárea y año, y producción de leche por vaca y año pueden tener una connotación técnica, en este estudio se incluyen en la dimensión económica puesto que estos son fines que dependen de los medios de producción (aspectos técnicos del sistema), tal como se aborda en estudios similares sobre evaluación de sistemas ganaderos con uso de

indicadores multidimensionales (Nahed *et al.*, 2006).

En la dimensión social, los indicadores evaluados fueron: superficie total de tierra (ha), edad del productor (años), escolaridad del productor (años), asistencia técnica y capacitación (% de productores), beneficiarios de la familia (núm.), dependencia de subsidios gubernamentales (%), ingreso total per cápita (\$ MX/día), capacidad para cubrir la canasta alimentaria básica (%), pertenencia a organizaciones ganaderas (% de productores).

La escolaridad de productor se calculó considerando como punto de partida el primer año de educación primaria; y a partir de este, se estimaron los años de educación formal cursados por el productor.

El indicador capacidad para cubrir la canasta alimentaria básica, se expresó en términos porcentuales y se calculó con la siguiente fórmula:  $100 - \text{ingreso per cápita mensual requerido por la UF para adquirir la canasta alimentaria básica}$ . Es decir, a mayor cercanía al 100% la UF dedica menor proporción de su ingreso para cubrir la canasta alimentaria básica, lo cual indica mayor bienestar y lejanía de la pobreza alimentaria. El ingreso necesario para cubrir la canasta alimentaria básica se determinó según las especificaciones de CONEVAL respecto al ingreso per cápita mensual mínimo para cubrir las necesidades de la canasta alimentaria rural al 1º. de diciembre de 2020 (CONEVAL, 2021).

En la dimensión ambiental los indicadores evaluados fueron: proporción de tierras con bosque en la UF (%), pastizal con árboles dispersos (% respecto a la superficie total de pastizal), estado del pastizal (grado), abundancia de fauna silvestre (grado), diversidad de leñosas forrajeras que el productor identifica en la UF (núm. de especies), diversidad de pastos (núm. de especies), diversidad de animales domésticos (núm. de especies), y diversidad de razas bovinas (núm.).

Los indicadores estado del pastizal y abundancia de fauna silvestre, son variables de tipo ordinal que se midieron cuantitativamente de la siguiente forma: (I) estado del pastizal (sobrepastoreado=1; bueno=2; excelente=3); y (II) abundancia de fauna silvestre (baja=1; media=2; alta=3).

## Análisis estadístico

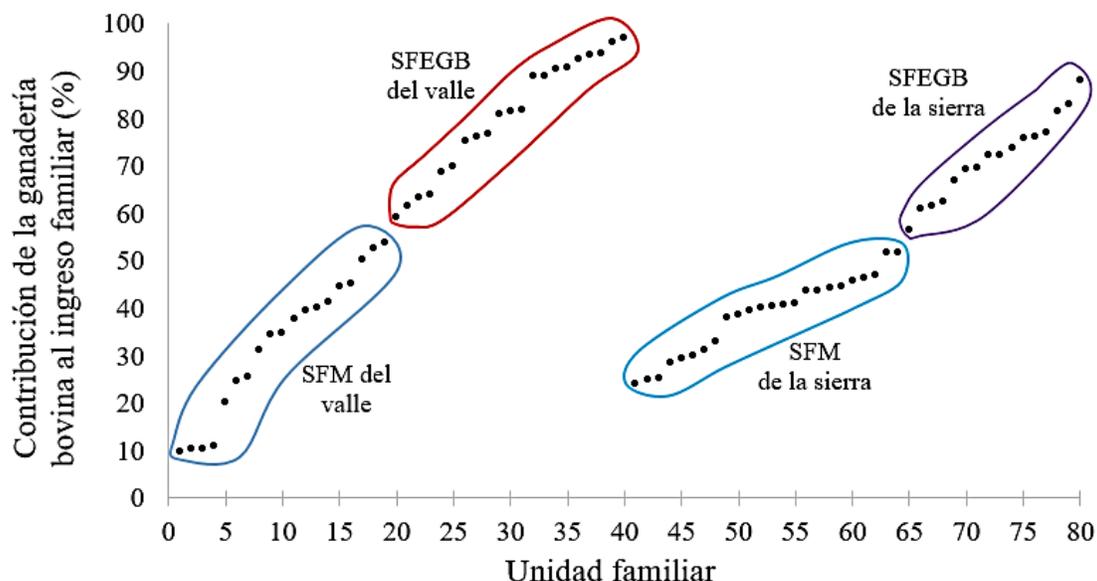
Una vez verificada la distribución de los datos en cada variable mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, se realizó una comparación de medias entre grupos utilizando ANOVA (para variables con distribución normal), y la prueba de Kruskal Wallis (para variables cuya distribución no cumplió el supuesto de normalidad). Las variables cuyas medias se compararon con ANOVA se sometieron a comparaciones múltiples con la prueba HDS de Tukey ( $p < 0.05$ ) para identificar diferencias específicas entre grupos. Así mismo, las variables analizadas mediante Kruskal Wallis se sometieron a comparaciones múltiples con el método Test de Mann-Whitney. La información se analizó en el programa SPSS Statistics Versión 15.

## RESULTADOS

### Sistemas familiares de producción bovina

El análisis de conglomerados de  $k$  medias al interior de cada espacio geográfico permitió diferenciar significativamente ( $p < 0.0001$ ) dos tipos de sistemas en cada región evaluada: el sistema familiar mixto (SFM) y el sistema familiar especializado en la ganadería bovina (SFEGB). Por lo tanto, se identificaron cuatro sistemas familiares (figura 2): (I) SFM del valle, (II) SFEGB del valle, (III) SFM de la sierra, y (IV) SFEGB de la sierra. En el valle, el SFM incluyó 19 UF cuyo aporte de la ganadería al ingreso familiar osciló entre el 9.7 y 53.8 %, en tanto que el SFEGB agrupó a 21 UF con un aporte de esta actividad al ingreso familiar entre 59.2 y 97.0 %. Por su parte, en la región sierra el SFM incluyó a 24 UF que presentaron un aporte de la ganadería bovina al ingreso familiar entre 24.2 y 51.9%, mientras que el SFEGB agrupó a 16 UF y mostró una contribución de 56.6 a 88.0% de esta actividad al ingreso de la familia.

En la tabla 1 se observa la composición del ingreso de los sistemas familiares identificados. El ingreso de los productores que siguen el SFM del valle se sustentó principalmente en la agricultura, seguido de la ganadería bovina. Por su parte, en el SFM de la sierra se observó una relación similar entre el aporte (%) de la ganadería bovina y la agricultura al ingreso familiar. Este sistema familiar es más diversificado en cuanto a fuentes de ingresos en comparación con el SFM del valle. En ambos casos los subsidios representan más del 15% del ingreso familiar.



**Figura 2.** Sistemas familiares de producción bovina de la región Frailesca de Chiapas, México, con base en el aporte de la ganadería al ingreso familiar. SFEGB= Sistema familiar especializado en la ganadería bovina; SFM= Sistema familiar mixto. Las unidades familiares 1 a 40 corresponden al valle, y 41 a 80 corresponden a la sierra.

Por otro lado, los productores que siguen el SFEGB del valle cubren más del 80% de su ingreso familiar a través de la ganadería bovina, y el resto de su ingreso (20%) lo obtienen principalmente de la agricultura y los subsidios gubernamentales. Al igual que en el SFEGB del valle, los productores que practican el SFEGB en la sierra, siguen una estrategia familiar especializada en la ganadería bovina, puesto que obtienen de esta actividad, más de dos terceras partes de su ingreso. Sin embargo, estos últimos obtienen mayor aporte de ingreso de la agricultura en comparación con los productores del SFEGB del valle. En ambas regiones los productores que practican el SFEGB obtienen cerca del 10% de su ingreso de los subsidios gubernamentales, en tanto que para los productores del SFM, en ambas regiones los subsidios aportan más del 15% de su ingreso familiar.

### Distribución y tipos de uso de la tierra

En la tabla 2 se presenta la distribución y tipos de uso de la tierra en los sistemas familiares evaluados. En los dos sistemas familiares de la sierra, los productores presentaron mayor ( $p < 0.0001$ ) superficie de tierra en comparación con los productores de ambos sistemas del valle. Los productores de la sierra, independientemente del tipo de sistema poseen mayor ( $p < 0.0001$ )

superficie dedicada a la ganadería en comparación con los productores del valle, y al interior de la región sierra, los productores del SFEGB cuentan con mayor ( $p < 0.0001$ ) superficie dedicada a la ganadería en comparación con los productores del SFM.

En los cuatro sistemas evaluados la agricultura ocupa el segundo lugar en cuanto a su superficie dentro de la unidad de producción familiar. De los cuatro grupos evaluados, el SFM de la sierra presentó mayor superficie forestal ( $p < 0.0001$ ), y a su vez mayor ( $p < 0.0001$ ) superficie de tierra dedicada a la cafecultura.

De forma comparativa, ambos SFM presentan mayor ( $p < 0.0001$ ) superficie dedicada a la agricultura en comparación con los SFEGB. El principal cultivo agrícola es el maíz (*Zea mays* L.) seguido de los cultivos de sorgo (*Sorghum vulgare*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). Los productores del SFM cultivaron mayor ( $p < 0.001$ ) superficie de maíz que los productores del SFEGB. Para el caso del frijol, el SFM de la sierra presentó mayor ( $p < 0.0001$ ) superficie cultivada en comparación con ambos grupos del valle, y fue similar al SFEGB de la sierra. En el caso del sorgo, la superficie destinada a su cultivo fue similar en los cuatro sistemas evaluados.

**Tabla 1. Composición del ingreso (valores promedio  $\pm$  error estándar) de cuatro sistemas familiares de producción bovina de la región Frailesca de Chiapas, México, con base en el aporte de la ganadería bovina al ingreso familiar.**

Región	Valle				Sierra				Valor de P
	SFM		SFEGB		SFM		SFEGB		
	n	19	21	24	16				
Aporte al ingreso	MX\$	%	MX\$	%	MX\$	%	MX\$	%	
Fuente de ingreso									
Ganadería bovina, MX\$	58,834 <sup>b</sup> ( $\pm$ 11,717)	32.5	278,488 <sup>a</sup> ( $\pm$ 51,847)	80.5	97,451 <sup>b</sup> ( $\pm$ 12,089)	38.5	183,826 <sup>a</sup> ( $\pm$ 19,555)	71.7	0.0001
Agricultura, MX\$	67,939 <sup>ab</sup> ( $\pm$ 7,647)	44.4	28,211 <sup>c</sup> ( $\pm$ 9,899)	8.4	99,333 <sup>a</sup> ( $\pm$ 13,251)	38.2	41,606 <sup>bc</sup> ( $\pm$ 8,146)	14.8	0.0001
Cafeticultura, MX\$	0.0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.0)	0.0	0.0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.0)	0.0	14,589 <sup>a</sup> ( $\pm$ 7,772)	4.4	0.0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.0)	0.0	0.0001
Animales de traspatio, MX\$	530 <sup>b</sup> ( $\pm$ 530)	0.0	0.0 ( $\pm$ 0.0)	0.0	900 ( $\pm$ 758)	0.3	750 ( $\pm$ 750)	0.2	0.636
Empleo no agrícola, MX\$	0.0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.0)	0.0	155 <sup>b</sup> ( $\pm$ 155)	0.1	6,062 <sup>a</sup> ( $\pm$ 5,013)	2.8	9,468 <sup>a</sup> ( $\pm$ 5,176)	2.6	0.001
Subsidios, MX\$	33,736 <sup>b</sup> ( $\pm$ 3,308)	23.1	29,843 <sup>b</sup> ( $\pm$ 3,811)	10.9	35,693 <sup>b</sup> ( $\pm$ 3,495)	15.7	25,161 <sup>b</sup> ( $\pm$ 2,852)	10.7	0.395
Ingreso total, MX\$	161,040 <sup>b</sup> ( $\pm$ 17,700)	100	336,700 <sup>a</sup> ( $\pm$ 59,366)	100	254,029 <sup>a</sup> ( $\pm$ 27,655)	100	260,811 <sup>a</sup> ( $\pm$ 30,675)	100	0.001

<sup>a, b, c</sup>= Letras distintas en la misma fila indican diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

### Dimensión técnica

En la tabla 3 se presentan los indicadores de la dimensión técnica de los sistemas familiares de producción bovina evaluados.

En ambas regiones, en el SFEGB predominó la producción bovina de doble propósito (leche y becerros destetados). Aunque en el SFM del valle la mayoría de productores practican una ganadería de doble propósito, esta proporción es menor en comparación con el SFEGB del valle. En contraste, la mayoría de productores del SFM de la sierra practican la ganadería bovina para producir solo becerros destetados, y una menor proporción de productores de este grupo práctica el sistema de doble propósito.

Los SFEGB de ambas regiones están compuestos por hatos de mayor tamaño ( $p < 0.0001$ ) en comparación con los SFM. La carga animal en los

dos tipos de sistemas del valle fue mayor ( $p < 0.0001$ ) en comparación con los dos sistemas de la sierra.

Pese a que los productores del SFEGB del valle presentaron mayor carga animal, el pastoreo fue insuficiente para cubrir los requerimientos alimenticios de sus hatos, de tal forma que estos productores suministraron una mayor ( $p < 0.001$ ) cantidad de maíz, y en general ofrecieron a los animales una mayor ( $p < 0.0001$ ) cantidad de alimento en pesebre (en estabulación) por vaca y año, en comparación con los otros tres grupos de productores.

La disponibilidad de infraestructura (estado de los caminos circundantes, agua entubada, energía eléctrica, y teléfono), fue mayor ( $p < 0.0001$ ) en los dos sistemas familiares del valle, en comparación con los dos sistemas familiares de la sierra. Así mismo, ambos sistemas familiares del valle,

**Tabla 2. Distribución y tipos de uso de la tierra (valores promedio±error estándar) de cuatro sistemas familiares de producción bovina de la región Frailesca de Chiapas, México, con base en el aporte de la ganadería al ingreso familiar.**

Región Sistema familiar	Valle			Sierra		Valor de P
	SFM	SFEGB	SFM	SFEGB		
	n	19	21	24	16	
<b>Indicadores</b>						
Superficie total de tierra, ha	15.7 <sup>b</sup> (±1.7)	15.6 <sup>b</sup> (±1.9)	57.3 <sup>a</sup> (±9.8)	56.3 <sup>a</sup> (±10.1)	0.0001	
Superficie dedicada a la ganadería, ha	10.9 <sup>c</sup> (±1.7)	13.2 <sup>c</sup> (±1.4)	46.0 <sup>b</sup> (±8.7)	53.1 <sup>a</sup> (±9.7)	0.0001	
Superficie dedicada a la agricultura, ha	4.6 <sup>a</sup> (±0.6)	2.1 <sup>b</sup> (±0.7)	6.3 <sup>a</sup> (±0.7)	2.7 <sup>b</sup> (±0.5)	0.0001	
Superficie dedicada a la cafecultura, ha	0.0 <sup>b</sup> (±0.0)	0.0 <sup>b</sup> (±0.0)	1.5 <sup>a</sup> (±0.5)	0.0 <sup>b</sup> (±0.0)	0.0001	
Superficie de acahual, ha	0.2 (±0.1)	0.4 (±0.3)	0.6 (±0.3)	0.5 (±0.2)	0.278	
Superficie forestal, ha	0.0 <sup>b</sup> (±0.0)	0.0 <sup>b</sup> (±0.0)	2.8 <sup>a</sup> (±1.0)	0.0 <sup>b</sup> (±0.0)	0.0001	
Superficie de maíz, ha	4.1 <sup>a</sup> (±0.6)	1.7 <sup>b</sup> (±0.6)	4.2 <sup>a</sup> (±0.6)	1.6 <sup>b</sup> (±0.3)	0.001	
Superficie de frijol, ha	0.1 <sup>b</sup> (±0.07)	0.05 <sup>b</sup> (±0.05)	1.1 <sup>a</sup> (±0.2)	0.4 <sup>ab</sup> (±0.1)	0.0001	
Superficie de sorgo, ha	0.4 (±0.2)	0.3 (±0.1)	1.1 (±0.2)	0.7 (±0.2)	0.071	

<sup>a, b, c</sup>= Letras distintas en la misma fila indican diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

**Tabla 3. Valores promedio (± error estándar) de indicadores de la dimensión técnica de cuatro sistemas familiares de producción bovina de la región Frailesca de Chiapas, México, con base en el aporte de la ganadería al ingreso familiar.**

Región Sistema familiar	Valle			Sierra		Valor de P
	SFM	SFEGB	SFM	SFEGB		
	n	19	21	24	16	
<b>Indicadores</b>						
Objetivo de la producción bovina, %					0.0001*	
Doble propósito	63.2	100.0	37.5	62.5		
Vaca-cría	36.8	0.0	62.5	37.5		
Tamaño del hato, UA	15.5 <sup>b</sup> (±1.0)	38.0 <sup>a</sup> (±6.2)	23.5 <sup>b</sup> (±3.1)	45.4 <sup>a</sup> (±5.5)	0.0001	
Carga animal, UA/ha	1.9 <sup>b</sup> (±0.2)	3.0 <sup>a</sup> (±0.3)	0.7 <sup>c</sup> (±0.1)	0.9 <sup>c</sup> (±0.1)	0.0001	
Maíz consumido por vaca y año, kg	39.7 <sup>b</sup> (±25.1)	200.0 <sup>a</sup> (±55.9)	12.8 <sup>b</sup> (±7.4)	22.5 <sup>b</sup> (±7.4)	0.001	
Alimento consumido en pesebre, kg/vaca y año	598 <sup>b</sup> (±193)	1,379 <sup>a</sup> (±2,431)	278 <sup>b</sup> (±53)	189 <sup>b</sup> (±39)	0.0001	
Disponibilidad de infraestructura, grado	1.9 <sup>a</sup> (±0.3)	2.4 <sup>a</sup> (±0.3)	0.7 <sup>b</sup> (±0.2)	0.7 <sup>b</sup> (±0.2)	0.0001	
Nivel de instalaciones, grado	6.1 <sup>a</sup> (±0.4)	6.3 <sup>a</sup> (±0.5)	2.5 <sup>b</sup> (±0.2)	3.3 <sup>b</sup> (±0.5)	0.0001	
Disponibilidad de maquinaria y equipo, grado	3.1 <sup>a</sup> (±0.3)	3.9 <sup>a</sup> (±0.4)	2.1 <sup>b</sup> (±0.2)	2.8 <sup>ab</sup> (±0.3)	0.002	
Tasa de natalidad, %	34.0 <sup>c</sup> (±2.6)	44.6 <sup>b</sup> (±2.3)	69.8 <sup>a</sup> (±2.1)	68.4 <sup>a</sup> (±2.1)	0.0001	
Tasa de destete, %	87.0 (±4.9)	91.5 (±4.0)	90.2 (±2.4)	95.3 (±1.5)	0.665	
Edad al destete, meses	8.5 <sup>a</sup> (±0.5)	6.5 <sup>c</sup> (±0.5)	7.5 <sup>b</sup> (±0.1)	6.7 <sup>c</sup> (±0.2)	0.0001	
Doble propósito	8.0 <sup>a</sup> (±0.6)	6.4 <sup>b</sup> (±0.5)	7.1 <sup>b</sup> (±0.3)	6.3 <sup>b</sup> (±0.1)	0.01	
Vaca-cría	9.3 <sup>a</sup> (±0.7)	0.0 <sup>c</sup> (±0.0)	7.7 <sup>b</sup> (±0.1)	7.3 <sup>b</sup> (±0.2)	0.005	
Peso del ternero al destete, kg	161.6 <sup>b</sup> (±7.9)	130.5 <sup>c</sup> (±7.5)	182.1 <sup>a</sup> (±3.2)	167.5 <sup>b</sup> (±4.1)	0.0001	
Doble propósito	155.8 <sup>b</sup> (±10.1)	130.5 <sup>c</sup> (±7.5)	170 <sup>a</sup> (±5.3)	156 <sup>b</sup> (±1.6)	0.001	
Vaca-cría	171.4 (±12.6)	0.0 (±0.0)	189.3 (±2.7)	186.7 (±3.3)	0.209	

<sup>a, b, c</sup>= Letras distintas en la misma fila indican diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ). \*Calculado con la prueba de  $\chi^2$

presentaron mayor ( $p < 0.0001$ ) disponibilidad de instalaciones en las unidades de producción (corrales de manejo, comederos y bebederos, bodegas, depósitos de agua) en comparación con los dos tipos de sistemas familiares de la sierra.

Con respecto a la maquinaria y equipo (tractor, camioneta, picadoras de forraje, mezcladora de alimento) los productores del SFM y SFEG del valle presentaron mayor ( $p < 0.002$ ) disponibilidad en comparación con los productores del SFM de la sierra; sin embargo, ambos sistemas del valle fueron similar a los productores del SFEGB de la sierra en este indicador.

En cuanto a los parámetros reproductivos del hato, el SFM del valle presentó menor ( $p < 0.0001$ ) tasa de natalidad en comparación con los otros tres grupos. La tasa de destete fue similar y superior a 85% en los cuatro sistemas evaluados. La edad del ternero al destete fue mayor ( $p < 0.005$ ) en el SFM del valle tanto en la producción de doble propósito como en la producción vaca-cría. En cuanto al peso del ternero al destete, el SFEGB con producción de doble propósito presentó el menor ( $p < 0.001$ ) valor promedio comparado a los otros grupos. Aunque en todos los casos las unidades de producción cuyo objetivo fue el sistema vaca-cría presentaron similar peso del ternero al destete, los valores observados fueron más altos que en las unidades de producción de doble propósito.

### **Dimensión económica**

En la tabla 4 se presentan los indicadores para evaluar la dimensión económica de los sistemas familiares de producción bovina evaluados.

Con excepción del indicador rendimiento de maíz por hectárea, todos los indicadores de la dimensión económica presentaron diferencia estadística significativa entre grupos. El SFEGB del valle presentó mayor ( $p < 0.0001$ ) producción de terneros por hectárea y año, y producción de leche por vaca y año en comparación con los otros tres tipos de sistemas. Los altos niveles de producción observados en el SFEGB del valle se sustentan en el mayor uso ( $p < 0.0001$ ) de alimento externo para el ganado y mayor uso de agroquímicos ( $p < 0.0001$ ) en los potreros, lo que a su vez determina el mayor ( $p < 0.0001$ ) costo de producción por hectárea ganadera y año en el SFEGB del valle respecto a los otros grupos de productores.

Lo anterior indica que los productores del SFEGB del valle (al igual que los del SFM de la misma

región) hacen un manejo más intensivo de la ganadería dentro de la propia unidad de producción familiar, sin recurrir a la renta de potreros, como ocurre en los SFM y SFEGB de la sierra. En este sentido, estos últimos presentaron una mayor ( $p < 0.0001$ ) superficie de pastizal rentado por vaca y año que los productores del valle. El costo de producción por hectárea ganadera y año en el SFM del valle, fue superior ( $p < 0.0001$ ) que el observado en los otros tres sistemas evaluados.

Pese a que de los cuatro sistemas, el SFEGB del valle mostró el mayor ( $p < 0.0001$ ) costo de producción por hectárea ganadera y año, este presentó también el mayor ( $p < 0.0001$ ) ingreso (margen bruto por hectárea y año), gracias a su mayor nivel de producción tanto de terneros como de leche. El amplio margen de diferencia en el margen bruto entre el SFEGB del valle y los otros sistemas familiares, condujo también a mayor ( $p < 0.0001$ ) margen neto (utilidad) por hectárea y año en este sistema. El margen neto por hectárea y año del SFEGB del valle fue de tres a cuatro veces superior al que presentaron los otros tres sistemas.

En términos de diversidad de actividades agrícolas que realiza la familia, el SFM de la sierra fue superior ( $p < 0.0001$ ) al resto de los sistemas evaluados. Finalmente, los rendimientos de maíz por hectárea que los productores obtuvieron similar entre grupos. Con respecto al volumen de producción de maíz que se comercializa, se observó mayor ( $p < 0.0001$ ) porcentaje en el grupo de productores del SFM de la sierra.

### **Dimensión social**

En la tabla 5 se presentan los indicadores de la dimensión social de los sistemas familiares de producción bovina evaluados.

De los ocho indicadores evaluados en la dimensión social, siete presentaron diferencia estadística significativa entre grupos.

En los cuatro grupos evaluados, la edad promedio del productor supera los 55 años. Los productores del SFM en ambas regiones presentaron mayor ( $p < 0.038$ ) edad en comparación con los productores del SFEGB de la sierra. La edad de los productores del SFEGB del valle fue similar al resto de grupos. La escolaridad del productor fue similar entre grupos, y esta fue menor a dos años de educación formal en todos los casos. El grado de asistencia técnica recibida por los productores, en ambas regiones fue mayor ( $p < 0.002$ ) en los SFEGB en comparación con los SFM. Así mismo, en este indicador el SFM del valle fue mayor al SFM de la sierra.

**Tabla 4. Valores promedio ( $\pm$  error estándar) de indicadores de la dimensión económica de cuatro sistemas familiares de producción bovina de la región Frailesca de Chiapas, México, con base en el aporte de la ganadería al ingreso familiar.**

Región Sistema familiar	Valle		Sierra		Valor de P	
	SFM	SFEGB	SFM	SFEGB		
	n	19	21	24	16	
<b>Indicadores</b>						
Terneros producidos por hectárea y año, núm.		0.4 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.1)	0.9 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.1)	0.3 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.0)	0.5 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.1)	0.0001
Producción de leche por vaca y año, litros		483 <sup>b</sup> ( $\pm$ 114)	1,291 <sup>a</sup> ( $\pm$ 141)	161 <sup>b</sup> ( $\pm$ 47)	221 <sup>b</sup> ( $\pm$ 53)	0.0001
Alimento externo comprado, kg/vaca y año		399 <sup>b</sup> ( $\pm$ 170)	1,260 <sup>a</sup> ( $\pm$ 2,437)	92 <sup>b</sup> ( $\pm$ 21)	110 <sup>b</sup> ( $\pm$ 36)	0.0001
Costo por uso de agroquímicos*, MX\$/ hectárea de potrero		535 <sup>b</sup> ( $\pm$ 101)	982 <sup>a</sup> ( $\pm$ 86)	25 <sup>c</sup> ( $\pm$ 4)	26 <sup>c</sup> ( $\pm$ 3)	0.0001
Superficie de pastizal rentado por vaca y año, ha		0.0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.0)	0.0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.0)	0.3 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.1)	0.2 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.05)	0.0001
Costo de producción por hectárea ganadera y año, MX\$		2,882 <sup>b</sup> ( $\pm$ 566)	10,772 <sup>a</sup> ( $\pm$ 1,703)	650 <sup>c</sup> ( $\pm$ 98)	830 <sup>c</sup> ( $\pm$ 152)	0.0001
Margen bruto por hectárea y año, MX\$		6,284 <sup>b</sup> ( $\pm$ 1,164)	23,803 <sup>a</sup> ( $\pm$ 4,291)	3,144 <sup>c</sup> ( $\pm$ 366)	4,356 <sup>b</sup> ( $\pm$ 511)	0.0001
Margen neto por hectárea y año, MX\$		3,401 <sup>b</sup> ( $\pm$ 903)	13,030 <sup>a</sup> ( $\pm$ 3,910)	2,494 <sup>b</sup> ( $\pm$ 326)	3,526 <sup>b</sup> ( $\pm$ 425)	0.0001
Diversidad de actividades agrícolas, núm.		1.5 <sup>bc</sup> ( $\pm$ 0.1)	0.7 <sup>c</sup> ( $\pm$ 0.2)	2.8 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.2)	1.9 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.3)	0.0001
Rendimiento de maíz, kg/ ha		3,709 ( $\pm$ 206)	3,577 ( $\pm$ 165)	3,113 ( $\pm$ 229)	3,250 ( $\pm$ 523)	0.153
Volumen de producción de granos básicos que se vende, %		45.7 <sup>a</sup> ( $\pm$ 3.8)	17.5 <sup>b</sup> ( $\pm$ 5.4)	70.1 <sup>a</sup> ( $\pm$ 3.4)	44.7 <sup>a</sup> ( $\pm$ 7.7)	0.0001

<sup>a, b, c</sup> = Letras distintas en la misma fila indican diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ). \*Agroquímicos incluye fertilizantes de síntesis química, herbicidas y plaguicidas aplicados en los potreros. + Con la finalidad de evaluar la diversidad de especies, en este indicador se incluyeron tanto los pastos nativos como los introducidos.

En cuanto al número de beneficiarios de la unidad de producción familiar, este fue mayor ( $p < 0.001$ ) en el SFM de la región sierra en comparación con los otros grupos. El grado de dependencia de subsidios gubernamentales (productivos y sociales), por su porcentaje de aporte al ingreso familiar, fue mayor ( $p < 0.0001$ ) en los SFM en comparación con los SFEGB independientemente de la región.

El ingreso per cápita fue mayor ( $p < 0.0001$ ) en el SFEGB del valle en comparación con los dos tipos de SFM. Por su parte, el SFEGB de la sierra presentó valores intermedios en cuanto a ingreso per cápita, de tal forma que fue similar a SFEGB del valle y SFM de la sierra, y superior a SFM del

valle. Este último mostró el nivel de ingreso per cápita más bajo de los grupos evaluados. Como resultado de los distintos niveles de ingreso, se encontró que los SFEGB presentaron mayor capacidad ( $p < 0.05$ ) para cubrir la canasta alimentaria básica, en comparación con las familias de los SFM.

Finalmente, la pertenencia de los productores a organizaciones ganaderas fue mayor ( $p < 0.0001$ ) en el SFEGB de la sierra en comparación con los sistemas familiares del valle; sin embargo, en la región sierra ambos sistemas son similar en dicho indicador. En la región valle el SFEGB fue mayor ( $p < 0.0001$ ) que el SFM, el cual no presentó ningún productor afiliado a organizaciones ganaderas.

**Tabla 5. Valores promedio ( $\pm$  error estándar) de indicadores de la dimensión social de cuatro sistemas familiares de producción bovina de la región Frailesca de Chiapas, México, con base en el aporte de la ganadería al ingreso familiar.**

Región Sistema familiar	Valle		Sierra		Valor de p
	SFM	SFEGB	SFM	SFEGB	
	n	19	21	24	
<b>Indicadores</b>					
Edad del productor, años	67.9 <sup>a</sup> ( $\pm 2.7$ )	60.9 <sup>ab</sup> ( $\pm 3.2$ )	65.1 <sup>a</sup> ( $\pm 2.7$ )	56.4 <sup>b</sup> ( $\pm 3.1$ )	0.038
Escolaridad del productor, años	1.1 ( $\pm 0.2$ )	1.5 ( $\pm 0.2$ )	0.9 ( $\pm 0.2$ )	1.1 ( $\pm 0.1$ )	0.150
Asistencia técnica y capacitación, % de productores	5.3 <sup>b</sup> ( $\pm 5.3$ )	38.1 <sup>a</sup> ( $\pm 10.9$ )	0.0 <sup>c</sup> ( $\pm 0.0$ )	25.0 <sup>a</sup> ( $\pm 11.2$ )	0.002
Beneficiarios de la familia, núm.	4.9 <sup>b</sup> ( $\pm 0.4$ )	3.5 <sup>b</sup> ( $\pm 0.3$ )	6.0 <sup>a</sup> ( $\pm 0.4$ )	4.4 <sup>b</sup> ( $\pm 0.4$ )	0.001
Dependencia de subsidios gubernamentales, %	23.1 <sup>a</sup> ( $\pm 2.7$ )	10.9 <sup>b</sup> ( $\pm 1.5$ )	15.7 <sup>a</sup> ( $\pm 1.7$ )	10.7 <sup>b</sup> ( $\pm 1.1$ )	0.0001
Ingreso total per cápita, \$ MX/día	99 <sup>c</sup> ( $\pm 11$ )	300 <sup>a</sup> ( $\pm 50$ )	121 <sup>bc</sup> ( $\pm 11$ )	223 <sup>ab</sup> ( $\pm 60$ )	0.0001
Capacidad para cubrir la canasta alimentaria básica*, %	52.2 <sup>c</sup> ( $\pm 5.4$ )	79.7 <sup>a</sup> ( $\pm 3.5$ )	62.8 <sup>b</sup> ( $\pm 3.3$ )	70.9 <sup>a</sup> ( $\pm 4.1$ )	0.0001
Pertenencia a organizaciones ganaderas, % de productores	0.0 <sup>c</sup> ( $\pm 0.0$ )	38.1 <sup>b</sup> ( $\pm 10.9$ )	54.2 <sup>ab</sup> ( $\pm 10.4$ )	75.0 <sup>a</sup> ( $\pm 11.2$ )	0.0001

<sup>a, b, c</sup>= Letras distintas en la misma fila indican diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ). \*Calculado con base en las especificaciones de CONEVAL respecto al ingreso per cápita mensual mínimo para cubrir las necesidades de la canasta alimentaria rural al 1ero de diciembre de 2020 (CONEVAL, 2021).

### Dimensión ambiental

En la tabla 6 se presentan los indicadores de la dimensión ambiental de los sistemas familiares de producción bovina evaluados. Con excepción del indicador estado del pastizal, todos los indicadores evaluados presentaron diferencia estadística significativa.

Los productores del SFM de la sierra fueron los únicos con presencia de parches de bosque conservado dentro de sus unidades de producción. Este grupo de productores presentó también la mayor ( $p < 0.002$ ) proporción de pastizal con árboles dispersos respecto al total de pastizal dentro de la UF, y el mayor ( $p < 0.001$ ) grado de abundancia de fauna silvestre en las áreas circundantes a la UF.

En todos los indicadores de diversidad evaluados los dos tipos de sistemas familiares de la sierra presentaron valores más altos en comparación con los del valle, es decir, tuvieron mayor ( $p < 0.019$ ) diversidad de leñosas forrajeras que el productor identifica en la UF, mayor ( $p < 0.0001$ ) diversidad de pastos, mayor ( $p < 0.0001$ ) diversidad de animales domésticos, y mayor ( $p < 0.0001$ ) diversidad de razas bovinas.

En la región del valle, en ambos sistemas familiares los pastos dominantes fueron el Estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) y el Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth). En la sierra los espacios para pastoreo estuvieron constituidos principalmente por Estrella de África en las pequeñas superficies de vega de río, pasto Jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y Grama nativa (*Paspalum sp.*) en las laderas, y en las partes con mayor altitud y presencia de robles y pinares es común encontrar además de pasto Jaragua y Grama, zacate gordura (*Melinis minutiflora* Beauv) y zacate de llano (*Paspalum multicaule*). En esta región, en años recientes se introdujeron en pequeña escala especies poco comunes en la región, tales como el pasto Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Mombasa (*Panicum maximum cv. mombasa*), Tanzania (*Panicum maximum cv. tanzania*).

### DISCUSIÓN

El objetivo de las estrategias desarrolladas por las unidades familiares campesinas de la frontera sur de México es su subsistencia y reproducción social, las cuales se reconfiguran constantemente como resultado de las dinámicas de cambio global (Speelman *et al.*, 2014) y el contexto particular de cada región (Parra *et al.*, 2020). En la región Frailesca, como en otras regiones agrícolas de México (Espinoza-Ortega *et al.*, 2005) la crisis del

maíz derivada de la apertura comercial, el aumento desproporcionado del precio de los insumos agrícolas comparado al precio de venta de los productos, la reducción de los rendimientos por unidad de superficie, entre otros factores, conducen a la conversión paulatina de las tierras destinadas al cultivo de maíz a potreros para ganadería bovina extensiva (Valdivieso *et al.*, 2012). En la región Frailesca, las fluctuaciones de precios en el mercado de terneros y del maíz, son y probablemente seguirán siendo determinantes en la decisión de los productores respecto a incrementar o reducir la superficie dedicada a la ganadería y a la agricultura (García-Barríos *et al.*, 2020; Valdivieso *et al.*, 2009). Pese al proceso de ganaderización observado en la Frailesca en las últimas décadas, es común que los productores continúen sembrando pequeñas superficies de agricultura de granos básicos como parte de sus modos de vida y con la finalidad de procurar su propia seguridad alimentaria.

La clasificación de las UF presentada en este estudio permitió diferenciar dos de los posibles resultados de los procesos de cambio al que se exponen las unidades familiares campesinas de la región Frailesca: (1) especialización en la producción bovina, de tal forma que esta actividad aportó más del 80 y 70% del ingreso familiar en el valle y la sierra respectivamente y (2) estrategia mixta, en la cual la agricultura aportó la mayor

parte del ingreso familiar (en el caso del valle), o bien, aportó una proporción similar a la ganadería bovina (en el caso de la sierra). La estrategia desplegada por los productores del sistema familiar mixto no solo se reflejó en la composición del ingreso, sino también en la superficie de tierra que dedican a la agricultura, de tal forma que en ambas regiones los productores que practican este tipo de sistema presentaron una superficie dedicada a la agricultura más de dos veces superior a la de los productores del SFEGB.

Aunque los productores de los SFM y SFEGB de la sierra poseen mayor superficie dedicada a la ganadería, y en general, mayor superficie total de tierra que los productores del valle (tabla 2), en la región sierra las tierras se encuentran preponderantemente en condiciones de ladera y con suelos de tipo regosoles altamente susceptibles a erosionarse, lo cual se traduce en una baja aptitud para la producción agrícola y pecuaria (Martínez-Aguilar *et al.*, 2020). La topografía en la sierra, caracterizada por terrenos con pendiente de moderada a fuerte, implica mayor dificultad para el desarrollo de actividades agrícolas, en comparación con las tierras ubicadas en el valle, las cuales se ubican principalmente en terrenos planos, y por lo tanto son de mayor calidad desde el punto de vista de su aptitud para la ganadería y el cultivo de granos básicos.

**Tabla 6. Valores promedio ( $\pm$  error estándar) de indicadores de la dimensión ambiental de cuatro sistemas familiares de producción bovina de la región Frailesca de Chiapas, México, con base en el aporte de la ganadería al ingreso familiar.**

Región	Valle		Sierra		Valor de P
	SFM	SFEGB	SFM	SFEGB	
Sistema familiar	n	19	21	24	16
Indicadores					
Proporción de tierras con bosque dentro de la UF, %	0.0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.0)	0.0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.0)	4.0 <sup>a</sup> ( $\pm$ 1.9)	0.0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.0)	0.0001
Pastizal con árboles dispersos, % respecto a la superficie total de pastizal	39.7 <sup>b</sup> ( $\pm$ 8.3)	31.7 <sup>b</sup> ( $\pm$ 3.8)	64.2 <sup>a</sup> ( $\pm$ 6.3)	34.9 <sup>b</sup> ( $\pm$ 4.5)	0.002
Estado del pastizal, grado	2.0 ( $\pm$ 0.0)	2.0 ( $\pm$ 0.0)	2.0 ( $\pm$ 0.1)	2.0 ( $\pm$ 0.1)	1.0
Abundancia de fauna silvestre, grado	2.1 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.1)	2.1 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.1)	2.5 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.1)	1.8 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.1)	0.001
Diversidad de leñosas forrajeras que el productor identifica en la UF, núm. de especies	1.4 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.3)	2.0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.2)	2.4 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.2)	2.5 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.2)	0.019
Diversidad de pastos <sup>+</sup> , núm. de especies	2.2 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.2)	2.0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.2)	4.4 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.1)	4.9 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.3)	0.0001
Diversidad de animales domésticos, núm. de especies	1.8 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.2)	1.2 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.2)	3.4 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.2)	3.3 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.5)	0.0001
Diversidad de razas bovinas, núm.	1.0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.0)	1.0 <sup>b</sup> ( $\pm$ 0.0)	1.9 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.2)	2.3 <sup>a</sup> ( $\pm$ 0.2)	0.0001

<sup>a, b, c</sup> = Letras distintas en la misma fila indican diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ).

Desde el punto de vista técnico (tabla 3), los resultados sugieren que en la región frailesca la mayoría de productores cuya estrategia familiar depende en mayor medida de la ganadería (SFEGB), se orienta a la producción bovina de doble propósito (becerros destetados y leche). Ello fue más claro en la región valle, pues, aunque en esta, en general predominó la ganadería bovina de doble propósito, el 100% de productores del SFEGB correspondió con dicho tipo de producción. En contraste, en la región sierra los productores del SFM, cuya estrategia de ingresos es más diversificada (tabla 2), y en consecuencia distribuyen su fuerza de trabajo en distintas actividades, practican en su mayoría una ganadería bovina cuyo objetivo es producir solo becerros para venta al destete (sistema vaca-cría).

Aunque en el indicador tamaño del hato los dos tipos de SFEGB presentaron valores similares entre sí, -y superiores a los dos tipos de SFM- estos mostraron características técnicas contrastantes. Los productores del SFEGB del valle siguen una estrategia de manejo intensiva-tecnificada, la cual se caracterizó por una mayor carga animal, mayor suministro de alimento en pesebre a sus hatos (maíz, sorgo, pacas de forraje henificado, pollinaza, entre otros) y mayor inversión en agroquímicos en los potreros (tablas 3 y 4) en comparación con los otros grupos; y al igual que el SFM del valle, estos productores presentan mejores características en infraestructura e instalaciones en comparación con los dos tipos de sistemas de la sierra.

En contraste, en los dos tipos de sistemas de la sierra, los productores hacen menor uso de maíz y alimento externo ofrecido en pesebre que en el SFEGB del valle, además de que dedican mayor superficie de tierra a la ganadería, presentan menor carga animal e invierten menos en agroquímicos en los potreros en comparación con ambos grupos del valle. Ello indica que en la región sierra, los productores sostienen sus hatos con base en una estrategia de manejo extensivo, independientemente del grado de aporte de la ganadería al ingreso familiar y del objetivo de la producción bovina (doble propósito o vaca-cría). La diferencia técnica entre ambos sistemas de producción de la sierra radica en la mayor disponibilidad de maquinaria en el SFEGB, la cual fue similar a los dos grupos del valle. Los productores del SFM y SFEGB de la sierra practican el pastoreo extensivo durante todo el año, de tal forma que cuando la producción de biomasa forrajera en sus propios potreros es insuficiente (hecho que ocurre por lo general durante la temporada de estiaje), comúnmente recurren a la

renta de potreros con otros productores de la región.

Puesto que los productores del SFM del valle presentaron valores intermedios entre el SFEGB del valle y los dos sistemas de la sierra en los indicadores carga animal y costo por uso de agroquímicos; valores similares a los dos grupos de la sierra en alimento ofrecido en pesebre por vaca y año; además de presentar (al igual que el SFEGB del valle) mejores características de infraestructura e instalaciones en comparación a ambos tipos de sistemas de la sierra, se deduce que de los cuatro sistemas evaluados en este estudio, el SFM del valle siguió una estrategia de manejo semi-intensiva-tecnificada.

Los resultados de la evaluación técnica, sugieren que las estrategias de manejo que caracterizan a los productores en los sistemas evaluados respondieron principalmente a su objetivo de producción, a su ubicación geográfica, y a la disponibilidad de recursos del productor (recursos financieros para compra de insumos, ganado y tierra).

De forma comparativa a otras regiones de Chiapas, la mayor carga animal (3.0 UA/ha) encontrada en el SFEGB del valle en este estudio, fue superior a la carga de 1.4 a 2.2 UA/ha reportada por Nahed *et al.* (2021) para la ganadería bovina de doble propósito del Norte de Chiapas, en tanto que la carga animal del SFM del valle (1.9 UA/ha) fue similar a la reportada para los sistemas ganaderos convencionales (1.8-2 UA/ha) en el mismo estudio.

En la dimensión económica, la estrategia de manejo intensiva, tecnificada y con alto uso de insumos externos del SFEGB del valle, condujo a una mayor productividad de terneros por hectárea y año, y de leche por vaca y año. Aunque dicha estrategia representó también mayor costo de producción por hectárea ganadera, la rentabilidad económica no se redujo significativamente, de tal forma que el margen neto por hectárea y año del SFEGB del valle fue el más alto de los cuatro grupos evaluados. En términos económicos, los productores del SFEGB obtienen un margen neto por hectárea y año de cuatro a cinco veces superior al obtenido en los SFM y SFEGB de la sierra respectivamente.

Un factor que pudo haber influido positivamente en el margen neto, es la tendencia al incremento del precio del ganado bovino en pie observada durante los últimos cuatro años (Ingram y Arce, 2021).

A pesar de que obtuvieron el menor margen neto por hectárea y año, los productores del SFM de la sierra presentaron mejores características en cuanto a diversidad de actividades agrícolas practicadas en la unidad de producción familiar. La diversidad de actividades agrícolas es un atributo deseable en los sistemas familiares, puesto que se reconoce su contribución a la seguridad alimentaria y a la resiliencia de los sistemas (Njeru, 2013; Mango *et al.*, 2018), así como a su capacidad adaptativa frente a múltiples factores de estrés (Aguilar-Jiménez *et al.*, 2019).

El hecho de que el 100% de los productores del SFEGB del valle practicaron la ganadería bovina de doble propósito, y a su vez presentaron mayor margen neto por hectárea y año, sugiere que actualmente la producción bovina de doble propósito podría conducir a mayor rentabilidad económica en comparación con el sistema vaca cría, independientemente del tipo de sistema familiar practicado (mixto o especializado). Sin embargo, ello podría reducir la diversidad de estrategias observadas en los SFM, particularmente en las UF con escasez de mano de obra familiar.

Por otra parte, en el valle la agricultura se practica casi exclusivamente en monocultivo, mientras que en la sierra existe cultivo de maíz en monocultivo, en asociación con frijol, y en menor medida, en asociación con frijol y calabaza (*Cucurbita pepo* L.).

En todos los casos, el cultivo de granos básicos (maíz y frijol) y sorgo se realiza principalmente con alto uso de fertilizantes de síntesis química, herbicidas, semillas mejoradas, entre otros elementos del modelo productivo de la revolución verde, el cual tuvo una fuerte influencia en la historia contemporánea de la agricultura Frailesca (Pizaña *et al.*, 2019). Sin embargo, dicho modelo de producción condujo a degradación del suelo y en consecuencia a la reducción paulatina de los rendimientos agrícolas (Pizaña *et al.*, 2019).

En este estudio el rendimiento de maíz por hectárea en los grupos evaluados fue similar. Con excepción del SFM de la sierra, los rendimientos de maíz observados (tabla 4) fueron relativamente más altos al rendimiento promedio reportado por SIAP (2021) para el sistema producción de maíz de temporal en la Frailesca en el año 2020 (aproximadamente 3.2 t/ha).

Respecto al destino de la producción agrícola, en el valle se encontró que los productores del SFM utilizan aproximadamente la mitad de la

producción de granos básicos para autoabasto y el resto se vende en el mercado regional. Por su parte, el SFEGB del valle ocupa la mayor parte de la producción de granos para autoabasto de la unidad de producción familiar y solo una quinta parte se comercializa. Ello se debe en buena medida a la demanda de insumos alimenticios de la ganadería bovina de doble propósito que practican estos productores. Algo similar ocurre con la producción de sorgo, ya que a pesar de que la superficie cultivada fue similar entre sistemas, los productores que practican ganadería bovina de doble propósito al interior de cada grupo son quienes cultivan mayor superficie de esta gramínea, duplicando la superficie cultivada por los productores del sistema vaca-cría.

En la región sierra, los productores del SFM utilizan en promedio una tercera parte de su producción de granos básicos para autoabasto familiar, y el resto lo comercializan con intermediarios locales. Por su parte, en el SFEGB de la sierra, de forma parecida al SFM del valle ocupan poco menos de la mitad de su producción de granos básicos para autoabasto y el resto lo comercializan.

Cabe destacar que en todos los sistemas familiares evaluados se utilizan los residuos de cosecha para la alimentación del ganado. La forma de aprovechamiento más común es el rastrojo directo en las tierras de cultivo después de la cosecha de maíz, lo cual ocurre generalmente a principios de año. Otra forma de aprovechamiento menos común es retirar el rastrojo de las tierras de cultivo y almacenarlo para luego suministrarse al ganado paulatinamente en pesebre. Esta forma de aprovechamiento de los residuos de cosecha se observó solo en algunas unidades familiares de la región del valle.

En la región valle de la Frailesca, es común que los productores de maíz sin ganado retiren el rastrojo de maíz de las tierras de cultivo para comercializarlo y obtener un ingreso extra (Martínez-Aguilar *et al.*, 2021), sin embargo, desde el punto de vista de la agricultura de conservación, esta práctica puede generar un efecto negativo en el agroecosistema debida a la reducción de los procesos de reciclaje de nutrientes (López *et al.*, 2019). Lo anterior sugiere la ventaja comparativa de los sistemas familiares mixtos para favorecer procesos de conservación de suelo.

Por otro lado, se identificó que los pequeños productores de la Frailesca incluidos en este estudio, al igual que los de otras regiones rurales del país (Echánove, 2021), tienen la expectativa de

mejorar sus condiciones de mercado - particularmente el de maíz, frijol, y leche - con el apoyo del Programa de precios de garantía, instrumentado por el gobierno federal actual. Sin embargo, aún no es clara la efectividad de este programa, ya que existe evidencia de que este beneficia más a los medianos y grandes productores, limitándose en el caso de los pequeños productores, a representar uno más de los programas de transferencias gubernamentales para mitigar los niveles de pobreza (Echánove, 2021).

En este sentido, como señala Echánove (2021), bajo el enfoque de la política agrícola actual, se subestima la capacidad de los pequeños productores (como la mayoría de los incluidos en este estudio) para contribuir a la producción de alimentos, a la diversidad y a la sustentabilidad ambiental. En la región Frailesca como en otras regiones agrícolas, se redujeron los recursos gubernamentales para fomento de la inversión y productividad agropecuaria. Lo anterior indica que el diseño actual de las políticas públicas agrícolas es insuficiente para impulsar la productividad de los pequeños productores.

Con respecto a la dimensión social, en este estudio se identificó que los subsidios productivos que reciben actualmente los productores consisten básicamente en transferencias de recursos otorgados a través de los programas Producción para el Bienestar (antes PROCAMPO y PROAGRO) destinado a la producción de maíz, y PROGAN a la producción ganadera. Estos programas se continúan entregando en función del número de hectáreas o número de animales en producción, lo cual limita la capacidad de los productores con menos recursos para capitalizarse y fortalecer sus unidades de producción. Al respecto, Álvarez-Macías y Santos-Chávez (2019) señalan que la política ganadera de los últimos años, diseñada a manera de apoyos directos, y con escaso seguimiento a los compromisos de los productores, limita la adopción de prácticas tecnológicas que incrementen la productividad de las UF.

Al respecto, el grado de asistencia técnica recibida por los productores presentó valores promedio más altos en los SFEGB comparado a los SFM. Sin embargo, en ambos casos fue baja, puesto que menos del 40% de productores reciben asistencia técnica y capacitación. En la región del valle, medianos y grandes productores tienen mayor facilidad de acceso a asistencia técnica y capacitación, quienes se benefician de programas como FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura), tal es el caso de los productores

de gran escala del valle de la Frailesca denominados “Holísticos”, en alusión a sus características particulares de manejo integral de la ganadería (Ferguson *et al.*, 2013).

Los productores de la sierra, por su ubicación en la zona de amortiguamiento de la Reserva La Sepultura, tienen la oportunidad de participar en diversos procesos de investigación-acción-participativa promovidos en buena medida desde instituciones académicas, y orientados a conciliar la conservación y la producción en la región (García-Barrios *et al.*, 2020). Para apoyar estas iniciativas, es necesario instrumentar los mecanismos que permitan a los productores un acompañamiento continuo en el proceso, es decir, facilitar que los productores tengan asistencia técnica y capacitación de forma continua. Ante ello, sería útil que las instancias gubernamentales correspondientes retomen esquemas y metodologías de apoyo que, desplegados adecuadamente, parecen ser exitosos en el acompañamiento a los productores, tales como los grupos ganaderos para la validación y la transferencia de tecnología (GGAVATT; Román-Ponce *et al.*, 2021). En el caso particular de Chiapas, bajo la conformación de estos grupos que incluye asesoría técnica continua, existen casos exitosos de transferencia de tecnología a los productores para transitar a modelos de producción ganadera más sustentables, como la ganadería orgánica (Nahed, *et al.*, 2018).

El bajo nivel de asistencia técnica y capacitación, observado particularmente en los productores de los SFM de ambas regiones, y en general, el bajo grado de escolaridad formal de los productores, son dos de los factores que limitan la capacidad adaptativa de los productores frente a las múltiples y constantes fuerzas de cambio que enfrentan (Aguilar-Jiménez *et al.*, 2019). Además de lo anterior, Dedieu (2013) y Speelman *et al.* (2014), señalan la importancia de la organización para construir capacidad adaptativa, y en general para detonar procesos de manejo sustentable de la tierra en las comunidades. En este indicador, los sistemas familiares de la sierra mostraron mayor nivel en comparación con los dos grupos del valle. Sin embargo, como señalan García Barrios *et al.* (2020) comúnmente estas organizaciones son débiles y volátiles y están más orientadas a la recepción de los subsidios que a la acción colectiva. Ante ello, es necesario que los productores superen las limitantes en sus organizaciones productivas que les permita hacer frente a retos difíciles de enfrentar de manera individual, tales como la comercialización de los productos.

Por otra parte, los productores del SFEGB en ambas regiones perciben un ingreso per cápita superior a los productores del SFM; sin embargo, en general estos son limitados, lo cual no genera bienestar y posiciona a los productores en una situación de vulnerabilidad frente a la pobreza. Aunque actualmente, en ninguno de los grupos evaluados existe pobreza alimentaria, se debe considerar que la mayor dependencia de los productores del SFM de ambas regiones a los subsidios gubernamentales, podrían situarlos en dicho estado de pobreza en caso de retirarles los subsidios. Lo anterior indica que, aunque resulta importante una cobertura amplia y equitativa de subsidios sociales y productivos, se requiere impulsar políticas públicas complementarias que permitan a los productores fortalecer su nivel productivo de manera sustentable, de tal forma que se evite una relación de tipo paternalista entre gobierno y productores. Es decir, es deseable que los subsidios no representen una de las principales fuentes de ingreso de las UF puesto que ello ocurre en detrimento de su capacidad de autogestión.

En la dimensión ambiental, el SFM de la sierra sobresalió al contar con mayor proporción de pastizales con árboles dispersos dentro de la unidad de producción familiar, lo cual es un atributo deseable porque contribuye a los servicios ecosistémicos y genera beneficios múltiples a los agroecosistemas ganaderos (Nahed *et al.*, 2013). En contraste, en los otros tres tipos de sistemas evaluados predominaron los pastizales abiertos. La ausencia de árboles en los potreros tiene implicaciones negativas, como pérdida de biodiversidad, erosión de suelos y pérdida de nutrientes, pérdida de la capacidad de retención de agua, y en general, pérdida de los servicios ambientales (Ibrahim *et al.* 2006). Al igual que en este estudio, en otras regiones campesinas ganaderas de Chiapas (Gómez-Castro *et al.*, 2011; Jiménez-Ferrer *et al.*, 2011) se ha reportado también el predominio de pastizales abiertos en las unidades de producción ganaderas.

Así mismo, el SFM de la sierra a diferencia de los otros sistemas evaluados, presentó pequeños parches de bosque conservado dentro de la UF. Ello se debe en buena medida a que en el SFM de la sierra, algunos productores que poseen tierras a mayor altitud dentro de la región, cultivan café bajo sombra, y es común que en los espacios contiguos a los cafetales se encuentren pequeñas porciones de tierra con dicho tipo de vegetación.

La mayor presencia de bosque y de pastizales con árboles dispersos en el SFM de la sierra, condujo a mayor grado de abundancia de fauna silvestre en la

UF. En concordancia con los resultados de este estudio, Aguilar *et al.* (2011) y Espinosa *et al.* (2011) señalan que en el corto y mediano plazo, las formas de manejo mixtas son consideradas menos productivas que los sistemas convencionales; sin embargo, en largo plazo son más sustentables con la implementación de prácticas agroecológicas.

En cuanto a la diversidad como una cualidad ambiental en la unidad de producción familiar, los dos tipos de sistemas familiares de la sierra presentaron valores superiores en diversidad de leñosas con potencial forrajero que el productor identifica, diversidad de pastos, diversidad de especies animales domesticas en la UF, y diversidad de razas de ganado bovino, en comparación con los dos tipos de sistemas familiares del valle. Diversos estudios (Aboah *et al.*, 2021; Gaudin *et al.*, 2015; Dardonville *et al.*, 2020) señalan que la diversidad general favorece la estabilidad, confiabilidad, y resiliencia de los sistemas de producción agropecuarios. Aunque los productores de la sierra identificaron mayor diversidad de especies leñosas forrajeras, cabe destacar que en general los valores observados son bajos al considerarse la alta diversidad de especies con potencial forrajero en el trópico mexicano (Pinto *et al.*, 2002). Lo anterior sugiere la necesidad de capacitación a los productores en la diversidad de especies con potencial forrajero en el marco de los sistemas silvopastoriles.

Por otro lado, distintos autores señalan los efectos nocivos del uso de altos volúmenes de agroquímicos en el ambiente (García y Rodríguez, 2012; Hernández *et al.*, 2016; López *et al.*, 2019; Cruz-Macías *et al.*, 2020). Pese a que en las regiones valle y sierra es común el uso de agroquímicos en la agricultura (herbicidas, plaguicidas, y fertilizantes de síntesis química), para el caso de la ganadería bovina existe mayor uso de estos en la región valle, particularmente en el SFEGB. Aunque el SFEGB del valle presentó mayor rentabilidad económica, presenta desventajas en la dimensión ambiental por el alto uso de agroquímicos en la agricultura y en la ganadería.

Lo anterior sugiere la necesidad de buscar alternativas de producción que permitan a los productores del SFEGB del valle reducir los impactos ambientales y mantener (o incluso aumentar) los niveles de producción. Por el contrario, los productores del SFM de la sierra requieren aumentar los niveles de producción, y mantener las características ambientales deseables. Para ambos casos las practicas basadas en la

agroecología y los sistemas silvopastoriles resultarían útiles.

Los sistemas silvopastoriles aportan múltiples beneficios a la productividad de los sistemas ganaderos en cuanto a carne, leche, fibra, estiércol, tracción, madera y leña. Además los sistemas silvopastoriles constituyen herramientas para la adaptación y mitigación del cambio climático ya que incrementan la cobertura de especies arbóreas y arbustivas en pastizales abiertos, brindan sombra y regulan el microclima, incrementan la producción y la calidad de los potreros, mejoran el aporte de nutrimentos y la eficiencia de utilización de los forrajes, y algunas especies fijan el nitrógeno atmosférico al suelo y reducen el uso de fertilizantes de síntesis química (Ibrahim y Mora, 2006; Alonso, 2011), regulan las emisiones de CO<sub>2</sub>, óxido nitroso y metano, favorecen el reciclaje de nutrientes la restauración de suelos degradados, entre otros (Ibrahim y Mora, 2006; Ibrahim *et al.*, 2006).

Además de la implementación de sistemas silvopastoriles, los productores de la Frailesca pueden aprovechar los beneficios del establecimiento de bancos forrajeros en las unidades de producción. En este estudio se observó una tendencia a que los productores de los dos SFEGB establezcan pequeñas parcelas (menores a 0.5 ha) con pasto de corte en espacios contiguos a las vegas de río, principalmente pasto cubano (*Pennisetum purpureum* Cuba CT-115), con el objetivo de disponer de forraje para la temporada de estiaje. Sin embargo, este tipo de innovaciones en las UF orientadas a intensificar la producción ganadera mediante sistemas de corte y acarreo son aún incipientes.

Diversos estudios demuestran los beneficios de la implementación de bancos forrajeros con pasto de corte Cuba CT-115 en las unidades de producción ganaderas del trópico, particularmente por su volumen de producción de biomasa y resistencia a la sequía (Martínez, 2001; Díaz *et al.*, 2014; Gudiño-Escandón *et al.*, 2020). En la sierra en particular, la CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas) promueve, entre otras alternativas, el uso de bancos de forrajeros con pasto de corte con la expectativa de reducir el ramoneo en áreas forestales, y en general evitar la deforestación y la ampliación de la frontera ganadera (Guevara *et al.*, 2019).

Los resultados sugieren que la rentabilidad económica actual de los sistemas especializados en la ganadería bovina, en particular en el valle, podría eventualmente deteriorarse a consecuencia de sus

debilidades ambientales. Sin embargo, este escenario podría revertirse aplicando prácticas agroecológicas en las unidades de producción que permitan reducir el uso de agroquímicos, y adaptar modelos de producción de ganadería sostenible.

Por su parte, los sistemas familiares mixtos requieren aumentar la productividad de tal forma que permita a las familias incrementar sus ingresos, reducir la dependencia de subsidios gubernamentales y el riesgo de caer en estado de pobreza alimentaria.

La transición de las unidades familiares campesinas del valle y de la sierra de la Frailesca hacia escenarios de mayor sustentabilidad económica, ambiental y social, requiere entre otras acciones promover el uso de prácticas agroecológicas, el cultivo de leñosas forrajeras, incrementar la diversidad (de actividades y especies presentes) en las unidades familiares, reducir la dependencia de agroquímicos, y fortalecer las organizaciones productivas, particularmente en la región del valle.

## CONCLUSIONES

Se identificaron dos tipos de sistemas familiares de producción bovina con distinto grado de aporte de la ganadería al ingreso familiar para cada una de las dos regiones de la Frailesca (sierra y valle). En los sistemas especializados en la ganadería bovina esta actividad aportó más del 70% de ingreso familiar, mientras que en los sistemas familiares mixtos la agricultura aportó al menos la mitad (50%) del ingreso.

En el valle, los productores del sistema especializado en la ganadería bovina siguieron un sistema intensivo, tecnificado y con alto uso de insumos externos, y obtuvieron la mayor rentabilidad económica. En la misma región, los productores del sistema familiar mixto siguieron un manejo semi-intensivo, tecnificado, y con bajo uso de insumos externos, lo cual se tradujo a menor rentabilidad económica en comparación con el sistema especializado. Ambos sistemas presentaron limitantes en términos ambientales, lo cual podría reducir su productividad en el largo plazo.

En la región sierra, tanto en el sistema mixto como en el especializado los productores practicaron un manejo ganadero extensivo, con baja tecnificación y bajo uso de insumos externos, lo cual condujo a una baja rentabilidad económica. No obstante, en la dimensión ambiental ambos sistemas – particularmente el sistema familiar mixto –

presentaron mejores características en comparación con los sistemas del valle.

En la dimensión social, los productores de los dos sistemas especializados en la ganadería bovina recibieron mayor asistencia técnica y capacitación, presentaron menor dependencia de los subsidios y mayor capacidad para cubrir la canasta alimentaria básica en comparación con los dos sistemas familiares mixtos. Sin embargo, el sistema familiar mixto de la sierra presentó el más alto número de beneficiarios de la familia. En la misma región, el sistema familiar especializado en la ganadería bovina presentó mayor afiliación de productores a organizaciones productivas en comparación con los sistemas del valle.

Los productores del valle requieren reducir los impactos ambientales y mantener, o incluso aumentar (en el caso de los sistemas mixtos) su productividad. Por su parte, los productores de la sierra requieren aumentar los niveles de producción, y reducir la dependencia a los subsidios. Para ello, en ambos casos se requiere que las instancias de gobierno, ONG, académicos y técnicos promuevan el uso de prácticas agroecológicas y sistemas silvopastoriles, así como la corresponsabilidad y participación activa de los productores en el proceso.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo y colaboración de los productores de la región Frailesca de Chiapas. Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada al primer autor en su convocatoria 2020 (01) "Estancias posdoctorales por México".

**Funding.** Funding was obtained from the National Council of Science and Technology (CONACYT-Mexico) through the postdoctoral research fellowship to the first author.

**Conflict of interest.** The authors hereby declare that they have no conflict of interest.

**Compliance with ethical standards.** Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

**Data availability.** Data is available from the corresponding author upon reasonable request (José Roberto Aguilar Jiménez: [robeaguilar@hotmail.com](mailto:robeaguilar@hotmail.com)).

**Author contribution statement (CRediT).** **J. R. Aguilar-Jiménez:** Conceptualization, Data curation, Formal analysis, Funding acquisition, Investigation, Methodology, Project administration, Resources, Supervision, Writing – original draft, Writing-review & editing. **C. E. Aguilar-Jiménez:** Conceptualization, Formal analysis, Funding acquisition, Investigation, Methodology, Resources, Supervision, Writing – original draft, Writing-review & editing. **F. Guevara-Hernández:** Conceptualization, Formal analysis, Methodology, Writing-review & editing. **J. Galdámez-Galdámez:** Conceptualization, Methodology, Writing-review & editing. **F. Martínez-Aguilar:** Investigation, Methodology, Writing-review & editing. **M. A. La O-Arias:** Data curation, Formal analysis, Methodology, Writing-review & editing. **H. Mandujano-Camacho:** Conceptualization, Methodology, Writing-review & editing. **M. Abarca-Acero:** Investigation, Methodology, Writing-review & editing. **J. Nahed-Toral:** Conceptualization, Formal analysis, Methodology, Writing-review & editing.

#### REFERENCIAS

- Aboah, J., Wilson, M., Bicknell, K. and Rich, K.M., 2021. Ex-ante impact of on-farm diversification and forward integration on agricultural value chain resilience: A system dynamics approach. *Agricultural Systems*, 189, p. 103043. <http://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103043>
- Aguilar, J.C.E., Tolón, B.A. and Lastra, B.X., 2011. Evaluación integrada de la sostenibilidad ambiental, económica y social del cultivo de maíz en Chiapas, México. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 43 (1), pp. 155-174. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382837648011>
- Aguilar-Jiménez, J.R., Nahed-Toral, J., Valdivieso-Pérez, I.A., Sánchez-Muñoz, B. and Mijangos-Solís, J.R., 2015. Análisis multidimensional de la ganadería bovina en la cuenca alta y media del río Grijalva, México. In: M. González, and C. Brunel, eds. Montañas, pueblos y agua: Dimensiones y realidades de la cuenca Grijalva. San Cristóbal de las Casas, Chiapas: Juan Pablos editor/ECOSUR, pp. 378-405.

- Aguilar-Jiménez, J.R., Nahed-Toral, J., Parra-Vázquez, M.R., Guevara-Hernández, F. and Pat-Fernández, L., 2019. Adaptability of Cattle-Raising to Multiple Stressors in the Dry Tropics of Chiapas, Mexico. *Sustainability*, 11 (7), pp. 1955. <https://doi.org/10.3390/su11071955>.
- Alonso, J. 2011. Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45, pp. 107-115.
- Álvarez-Macías, A. and Santos-Chávez, V.M., 2019. Alcances de la política pecuaria en México. El caso del Progan 2008-2013. *Estudios sociales*, 29 (53), pp. 1-26. <https://doi.org/10.24836/es.v29i53.650>.
- Berdegú, J., Sotomayor, O. and Zilleruelo, C., 1990. Metodología de tipificación y clasificación de sistemas de producción campesinos de la provincia de Ñuble, Chile. In: G. Escobar, and J. Berdegú, eds. *Tipificación de sistemas de producción agrícola*. Santiago de Chile: RIMISP. pp. 85-117.
- Camacho, D., 2008. *La lucha sigue y sigue. Organización popular en la Frailesca*. México: UNAM.
- Cerutti, M., 2019. Trigo y revolución verde en el noroeste de México (1930-1970). *Mundo agrario*, 20 (43), pp. 103-e1. <https://doi.org/10.24215/15155994e103>
- CONEVAL, 2021. *Evolución de las líneas de pobreza por ingresos (1992-2021)*. Consejo Nacional para la evaluación de la política de desarrollo social. Disponible en: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Lineas-de-bienestar-y-canasta-basica.aspx>
- Cruz-Macías, W.O., Rodríguez-Larramendi, L.A., Salas-Marina, M.A., Hernández-García, V., Campos-Saldaña, R.A., Chávez-Hernández, M.H. and Gordillo-Curiel, A., 2020. Efecto de la materia orgánica y la capacidad de intercambio catiónico en la acidez de suelos cultivados con maíz en dos regiones de Chiapas, México. *Terra Latinoamericana*, 38 (3), pp. 475-480. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.506>
- Dardonville, M., Urruty, N., Bockstaller, C. and Therond, O., 2020. Influence of diversity and intensification level on vulnerability, resilience and robustness of agricultural systems. *Agricultural Systems*, 184, pp. 102913. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102913>
- Dedieu, B., 2013. Adaptación de los sistemas ganaderos e incertidumbres en el futuro. In: P. Gasselin, P., S. Cloquell, and M. Mosciaro, eds. *Adaptación y Transformaciones de las Agriculturas Pampeanas a Inicios del Siglo XXI*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación CICCUS. pp. 263-280.
- Díaz, A., Sardiñas, Y., Castillo, E., Padilla, C.R., Jordán, H., Martínez, R.O., Ruiz, T.E., Díaz, M.F., Moo, A.F., Gómez, O., Alpide, D., Arjona, M.R. and Ortega, G., 2014. Caracterización de ranchos ganaderos de Campeche, México. Resultados de proyectos de transferencia de tecnologías. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 18 (2), pp. 41-61. Disponible en: <http://www.ucol.mx/revaiia/pdf/2014/mayo/3.pdf>.
- Eakin, H. and Lemos, M.C., 2010. Institutions and change: the challenge of building adaptive capacity in Latin America. *Global Environment Change*, 20: pp. 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.08.002>
- Echánove, H. F., 2021. La nueva política agrícola en México y los pequeños productores de maíz de la península de Yucatán (2019-2021). *Papeles de Geografía*, 67. <https://doi.org/10.6018/geografia.476931>
- Escobar, G. and Berdegú, J., 1990. Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de fincas: la experiencia de RIMISP. In: G. Escobar, and J. Berdegú, eds. *Tipificación de sistemas de producción agrícola*. Santiago de Chile: RIMISP. pp. 13-44.
- Espinoza-Ortega, A., Álvarez, M.A., Valle, M.C. and Chauveted, M., 2005. La economía de los sistemas campesinos de producción de leche en el Estado de México. *Técnica Pecuaria México*, 43, pp. 39-56. Disponible en:

- <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61343104>
- Espinosa, J.A., Ríos, L.A., and Zapata, M. 2011. *Los diseños agroecológicos: una herramienta para la planeación agrícola sostenible*. Medellín: Universidad de Antioquia. Disponible en: [https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/sistemas\\_agroforestales/disenos\\_agroecologicos.pdf](https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/sistemas_agroforestales/disenos_agroecologicos.pdf).
- Ferguson, B., Diemont, S., Alfaro, R., Martin, J., Nahed, T.J., Álvarez, S.D., Pinto, R.R., 2013. Sustainability of holistic and conventional cattle ranching in the seasonally dry tropics of Chiapas, Mexico. *Agricultural Systems*, 120, pp. 38-48. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2013.05.005>.
- García, E., 2004. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Serie de libros No. 6; Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- García-Barrios, L., Galván-Miyoshi, Y.M., Valdivieso-Pérez, I.A., Masera, O.R., Bocco, G. and Vandermeer, J., 2009. Neotropical forest conservation, agricultural intensification, and rural out-migration: The Mexican experience. *BioScience*, 59, pp. 863–873. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.10.8>
- García-Barrios, L., Cruz-Morales, J., Braasch, M., Dechnik-Vázquez, Y., Gutiérrez-Navarro, A., Meza, A., Rivera-Núñez, T., Díaz, G., Valencia, V. and Zabala, A., 2020. La vida y la agricultura de los grupos domésticos rurales en la cuenca alta del río El Tablón, sierra de Villaflores, Chiapas. In: L. E. García-Barrios., E. Bello-Baltazar and M. Parra-Vázquez, eds. *Cambio social y agrícola en territorios campesinos. Respuestas Locales al Régimen Neoliberal en la Frontera Sur de México*. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas: El Colegio de La Frontera Sur. pp. 59-80.
- García, G.C. and Rodríguez, M.G.D., 2012. Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. *Ra Ximhai*, 8 (3), pp. 1-10. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/461/46125177005.pdf>
- Gaudin, A.C.M., Tolhurst, T.N., Ker, A.P., Janovicek, K., Tortora, C., Martin, R.C. and Deen, W., 2015. Increasing Crop Diversity Mitigates Weather Variations and Improves Yield Stability. *PLoS ONE*, 10 (2), pp. e0113261. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0113261>
- Gómez-Castro, H., Nahed, T.J., Pinto, R., Guevara, H.F. and Medina, J.F., 2011. Agroforestería pecuaria en una comunidad de la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera “El Ocote”, Chiapas, México. In: J. M. Palma, J. Nahed, and L. Sangines, eds. *Agroforestería Pecuaria en México: Alternativas para una reconversión ganadera sustentable, No.1*. Colima: Universidad de Colima, ECOSUR, INNSZ. pp. 167-200
- Graesser, J., Aide, T.M., Grau, H.R. and Ramankutty, N., 2015. Cropland/pastureland dynamics and the slowdown of deforestation in Latin America. *Environmental Research Letters*, 10 (3), pp. 034017. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/10/3/034017>
- Gudiño-Escandon, R.S., Díaz, U.J.A., Torres, C.V., Retureta, G.C., Padilla, C.R., Martínez, Z.R.O. and Vega Murillo, V.E., 2020. Impact of biomass bank technology with Cuba CT-115 grass on a dairy farm from the topical area of the center of Veracruz, Mexico. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54 (3), pp. 299-308. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2079-34802020000300299&Ing=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802020000300299&Ing=es&nrm=iso)
- Guevara, H.F., Reyes, M.L., Ovando, C.J., Pinto, R.R., Monroy, H.R., Hernández, R.M. and Rodríguez, L.L., 2019. Historia socio-geográfica de la ganadería bovina en la reserva “La Sepultura”, Chiapas, (México). *Acta universitaria*, 29, pp. e2080. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2080>
- Hernández, H.U.B., Mariaca, M.R., Nazar-Beutelspacher, A., Álvarez, S.J.D., Torres-Dosal, A. and Herrera, P.C., 2016. Factores socioeconómicos y tecnológicos en el uso de agroquímicos en tres sistemas

- agrícolas en los Altos de Chiapas, México. *Interciencia*, 41(6), pp. 382-392. Disponible en: <https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2017/10/382-BERNARDINO-41-6.pdf>
- INEGI, 2012. *Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- INEGI, 2013. *Continuo de elevaciones Mexicano 2013*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- INEGI, 2020. *Marco geoestadístico*. Censo de población y vivienda 2020. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, México.
- Ibrahim, M. and Mora, J., 2006. Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios. In: M. Ibrahim, J. Mora and M. Rosales, eds. *Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), pp. 10-22
- Ibrahim, M., Villanueva, C., Casasola, F. and Rojas, J., 2006. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. *Pastos y Forrajes*, 29, pp. 383-419.
- Ingram, P.B. and Arce, C.B.A., 2021. Impacto de la pandemia COVID-19 en la ganadería bovina a nivel nacional y estatal (Veracruz). *Ciencia administrativa*, 2, pp. 46-61. Disponible en: <https://www.uv.mx/iesca/files/2022/04/05CA2021-2.pdf>
- Jiménez-Ferrer, G., Nahed, T.J., Soto, P.L., Márquez, C., Reyes, F., Ruiz, M., De Paz, J. and Hernández, L., 2011. Agroforestería pecuaria en la Selva Lacandona, Chiapas, México. In: J. M. Palma, G., J. Nahed, T. and L. Sangines eds. *Agroforestería Pecuaria en México: Alternativas para una reconversión ganadera sustentable, No.1*. Ciudad de México: Universidad de Colima, ECOSUR, INNSZ.
- Juárez-Barrientos, J.M., Herman-Lara, E., Soto-Estrada, A., Ávalos-De la Cruz, D.A., Vilaboa-Arroniz, J. and 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), pp. 317-323. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/959/95941173007.pdf>
- Köbrich, C., Rehman, T. and Khan, M., 2003. Typification of farming systems for constructing representative farm models: Two illustrations of the application of multi-variate analyses in Chile and Pakistan. *Agricultural Systems*, 76, pp. 141-157. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(02\)00013-6](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(02)00013-6)
- López, B.W., Reynoso, R., Villar, B., Camas, R. and García, J., 2019. Caracterización físico-química de suelos cultivados con maíz en Villaflores, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(4), pp. 897-910. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1764>
- Macías, M.A., 2013. Pequeños agricultores y nueva ruralidad en el occidente de México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 10(71), pp. 187-207.
- Mango, N., Makate, C., Mapemba, L. and Sopo, M., 2018. The role of crop diversification in improving household food security in central Malawi. *Agriculture and Food Security*, 7(7), pp. 1-10. <https://doi.org/10.1186/s40066-018-0160-x>
- Martínez-Aguilar, F.B., Guevara-Hernández, F., Aguilar-Jiménez, C.E., Rodríguez-Larramendi, L.A., Reyes-Sosa, M.B. and La O-Arias, M.A., 2020. Caracterización físico-química y biológica del suelo cultivado con maíz en sistemas convencional, agroecológico y mixto en la Frailesca, Chiapas. *Terra Latinoamericana*, 38(4), pp. 871-881. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i4.793>
- Martínez-Aguilar, F.B., Guevara, H.F., La O-Arias, M.A., Aguilar, J.C.E., Rodríguez, L.L. and Pinto, R.R., 2021. Tipificación socio-agronómica y energética de

- productores de maíz en la región Frailesca, Chiapas, México. *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)*, 38, pp. 176-198.  
[https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v38.n1.09](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v38.n1.09)
- Martínez, Z.O., 2001. *Manual de producción de biomasa: hierba elefante, CT-115*. La Habana: CIC DECAP.
- McCune, N.M., Guevara-Hernández, F., Nahed-Toral, J., Mendoza-Nazar, P., Ovando-Cruz, J., Ruiz-Sesma, B. and Medina-Sanson, L., 2012. Social-Ecological Resilience and Maize Farming in Chiapas, Mexico. In: S. Curkovic, ed. *Sustainable Development-Authoritative and Leading Edge Content for Environmental Management*. United States of America: INTECH. pp. 485-512.  
<http://dx.doi.org/10.5772/45898>
- McDowell, J.Z., and Hess, J.J., 2012. Accessing adaptation: Multiple stressors on livelihoods in the Bolivian highlands under a changing climate. *Global Environmental Change*, 22 (2), pp. 342-352.  
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.11.002>
- Méndez, I., Namihira, D., Moreno, L. and Sosa, C., 1984. *El protocolo de investigación. Lineamientos para su elaboración y análisis*. México: Editorial Trillas
- Nahed, T.J., Castel, J., Mena, Y. and Caravaca, F., 2006. Appraisal of the sustainability of dairy goat systems in Southern Spain according to their degree of intensification. *Livestock Science*, 101, pp. 10-23.  
<https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.08.018>
- Nahed-Toral, J., Valdivieso-Pérez, I.A.; Aguilar-Jiménez, R., Cámara-Cordova, J. and Grande-Cano, D., 2013. Silvopastoral systems with traditional management in southeastern Mexico: a prototype of livestock agroforestry for cleaner production. *Journal of Cleaner Production*, 57, pp. 266-279.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.020>
- Nahed, T.J., Guevara, H.F., Palma, G.J., López, T.Z., Sánchez, M.B., Ruíz, R.J., Aguilar, J.R. and Parra, V.M., 2018. Innovación para el desarrollo sustentable de la ganadería mediante sistemas silvopastoriles y producción orgánica en la frontera sur. In: R. García, and J. León, eds. *Norte-Sur: diálogos de frontera*. Tijuana, Baja California: El Colegio de la Frontera Norte. pp. 103-133.
- Nahed, T.J., Palma, G.J.M., Aguilar, J.J.R., Grande, C.D., Valdivieso, P.I.A., Juárez, M.H., Trujillo, V.R., Sánchez, M.B., Ruíz, R.J.L., León, M.N.S. and Parra, V.M.R., 2021. 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. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 25(2), pp. 97-118.
- Njeru, E. M., 2013. Crop diversification: a potential strategy to mitigate food insecurity by smallholders in sub-Saharan Africa. *Journal of Agriculture, Food Systems and Community Development*, 3(4), pp. 63-69.  
<https://doi.org/10.5304/jafscd.2013.034.006>
- Parra, V.M., González, E.M., Nahed, T.J., García, B.L., Bello, E., Estrada, L.E. and Cruz, M.J., 2020. Respuestas de los grupos domésticos rurales a las intervenciones de los regímenes territoriales en la frontera sur de México. In: L.E. García-Barrios., E. Bello-Baltazar and M. Parra-Vázquez, eds. *Cambio social y agrícola en territorios campesinos. Respuestas Locales al Régimen Neoliberal en la Frontera Sur de México*. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas: El Colegio de La Frontera Sur. pp. 59-80.
- Pinto, R., Ramírez, L., Vera, J. K. and Ortega, L., 2002. Especies arbóreas y herbáceas forrajeras del sureste de México. *Pastos y Forrajes*, 25 (3), pp. 171-180.
- Pizaña, V.H., Fletes, O.H. and González, C.A., 2019. Agronegocios y Campesinos maiceros en la Frailesca: vulnerabilidad y resistencias. *Eutopía. Revista De Desarrollo Económico Territorial*, 15, pp. 11 - 31.

- <https://doi.org/10.17141/eutopia.15.2019.3865>.
- Román-Ponce, H., Rodríguez-Chessani, M.A., Espinosa-García, J.A., González-Orozco, T.A., Vélez-Izquierdo, A., Zárate-Martínez, J.P., Valdovinos-Terán, M.E., Aguilera-Sosa, R.C., Guarneros-Altamirano, R., Santos-Echeverría, R., Bueno-Díaz, H.M. and Aguilar-Barradas, U., 2021. Historia y perspectivas del modelo GGAVATT (Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12, pp. 286 - 307. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5846>
- Sanfiorenzo-Barnhard, C., García-Barrios, L., Meléndez-Ackerman, E. and Trujillo-Vásquez, R., 2009. Woody Cover and Local Farmers' Perceptions of Active Pasturelands in La Sepultura Biosphere Reserve. *Mountain Research and Development*, 29: pp. 320-327. <https://doi.org/10.1659/mrd.00013>.
- SIAP, 2021. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la producción agrícola 2020, Distrito Villaflores. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Consultado el 27 de Noviembre de 2021.
- Speelman, E., Groota, J.C.J., Garcia-Barrios, L., Kokc, K., van Keulend, H. and Tittonella, P., 2014. From coping to adaptation to economic and institutional change. Trajectories of change in land-use management and social organization in a Biosphere Reserve community, Mexico. *Land Use Policy*, 41, pp. 31-44. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.04.014>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. and de Haan, C., 2006. *Livestock's longshadow: Environmental issues and options*. Roma, Iniciativa para Ganadería, Medio Ambiente y Desarrollo, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
- Toussaint, G., 2002. Notice des indicateurs de fonctionnement des systèmes laitiers. *Options Médi-terranéennes*, 39, pp. 147-157.
- Valdivieso, P.A., García-Barrios, L. and Plascencia, H., 2009. Cambio de uso del suelo en la zona de amortiguamiento de la REBISE (1975-2005): crisis del maíz. ganaderización y recuperación arborea marginal. In: B. Cavallotti., C. Marcof. and B. Ramírez, eds. *Ganadería y seguridad alimentaria en tiempo de crisis*. Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo, Campus Puebla. pp. 349-354.
- Valdivieso, P.A., García, L., Álvarez, D. and Nahed, J., 2012. De maizales a potreros: cambio en la calidad del suelo. *Terra Latinoamericana*, 30(4), pp. 363-374. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57325814008>
- Vallentine, J.F., 1990. *Grazing Management*. San Diego, California: Academic Press Inc.
- Vela, P.F., 2001. Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa. In: M. L. Tárres., coord. *Observar, escuchar, y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social*. Ciudad de México: Porrúa y FLACSO. pp. 63-95.